



**KAJIAN TERHADAP FASILITAS PERALATAN
BONGKAR-MUAT BARANG PADA TERMINAL
PETI KEMAS DI PELABUHAN
TANJUNG EMAS - SEMARANG**

TESIS

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Program Magister Teknik Sipil

Oleh :

Soeharto

NIM. L4A.001036

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2003**



HALAMAN PENGESAHAN

KAJIAN TERHADAP FASILITAS PERALATAN BONGKAR-MUAT BARANG PADA TERMINAL PETI KEMAS DI PELABUHAN TANJUNG EMAS SEMARANG

Disusun Oleh

SOEHARTO
NIM L4A.001.036

Dipertahankan di Depan Tim Penguji pada tanggal :

22 Desember 2003

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik Sipil

TIM PENGUJI :

- | | |
|----------------------------------|----------------|
| 1. Ir. Sumarsono, MS | (Ketua) |
| 2. Ir. Mudjiastuti Handajani, MT | (Sekretaris) |
| 3. Ir. Bambang Pudjianto, MT | (Anggota 1) |
| 4. Ir. Ismiyati, MS | (Anggota 2) |
| 5. Ir. Joko Siswanto, MSP | (Anggota 3) |

Handajani
.....
Sumarsono
.....
Pudjianto
.....
Ismiyati
.....
Siswanto
.....

Semarang, 22 Desember 2003

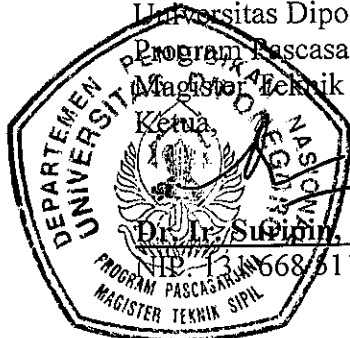
Universitas Diponegoro

Program Pascasarjana

Magister Teknik Sipil

Ketua

Dr. Ir. Suwignjo, M. Eng



ABSTRAKSI

Pelabuhan Peti Kemas Tanjung Mas Semarang merupakan pintu gerbang kegiatan bongkar muat peti kemas di Propinsi Jawa Tengah dan DIY. Dalam pengelolaannya diperlukan fasilitas dan peralatan penunjang untuk bongkar muat peti kemas, sehingga berapa jumlah kebutuhan peralatan yang harus disediakan oleh pihak penyelenggara pelabuhan tentunya sangat dipengaruhi oleh banyaknya peti kemas yang harus dibongkar atau dimuat melalui pelabuhan serta kondisi *lay-out* pelabuhan. Mengingat pengelolaan peralatan tersebut mempunyai nilai yang sangat mahal sudah barang tentu pihak penyelenggara pelabuhan dalam menginvestasikan peralatan tersebut harus benar-benar tepat. Sehingga perbandingan jumlah dari masing-masing peralatan dan arus kedatangan peti kemas adalah ideal sehingga tidak sampai terjadi peralatan yang *idle*.

Studi Kajian Terhadap Peralatan Bongkar Muat Barang Pada Terminal Peti Kemas Di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang sangat diperlukan dalam rangka melakukan evaluasi terhadap kapasitas fasilitas dan peralatan bongkar muat yang dimiliki oleh terminal peti kemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, agar mampu memberikan tingkat pelayanan yang optimum pada proses bongkar muat di terminal peti kemas untuk mengantisipasi kebutuhan di masa yang akan datang.

Metode penelitian yang dipergunakan adalah metode antrian tunggal banyak pelayanan yaitu, Model (M/M/C) : (FCFS/ ∞/∞), dengan kriteria biaya total minimum. Pembahasan dari hasil perhitungan optimasi untuk tiap-tiap fasilitas tersebut diantaranya adalah pembahasan hasil optimasi fasilitas *Container Crane*, *Head Truck* dan *Rubber Tyred Gantry*.

Hasil penelitian didapat bahwa pada proses kegiatan bongkar muat peti kemas di pelabuhan Tanjung Emas Semarang membutuhkan 2(dua) unit *Container Crane*, 5(lima) unit *Rubber Tyred Gantry* dan 12(dua belas) *Head Truck* dengan biaya minimum sebesar Rp. 39.819.790,- pada tahun 2003, dan mulai tahun 2004, Pelabuhan Tanjung Emas Semarang harus menambah fasilitasnya, terutama untuk *Head Truck* dan *Rubber Tyred Gantry*.

Kata Kunci: peti kemas, metode antrian, *container crane*, *head truck*, *rubber tired gantry*.

ABSTRACT

The container port of Tanjung Emas Semarang is a gate of container loading and unloading activity in Central Java Province and Special District of Yogyakarta. In its manajemen, facilities and supporting equipment are needed for container loading and unloading, so that how many equipment that must be provided by the port organizer is influenced by the number of container that should be loaded and unloaded through the port and also the lay-out condition of the port. As the equipment management has a very great value, the port management has to invest those equipment correctly. Thus, ratio of between each type of equipment and container arrival flow is ideal and an idle equipmenis avoided.

The studys of goods loading and unloading equipment in the container terminal of Tanjung Emas Port Semarang is required to carry out and evaluates the capacity of facility loading and unloading equipment owned of the container terminal of Tanjung Emas Port Semarang in order to be able to give an optimal service in the loading and unloading process in container terminal, and to anticipate the future demand.

The Research uses a single queue method of many services, they are model (M/M/C) : (FCFS/ ∞/∞), with the criteria of minimal total cost. One of discussion of the optimation calculation result for its facility is the discussion of facility optimation result of container crane , head truck, Rubber Tyred Gantry.

The result indicates that loading and unloading process in Tanjung Emas Port Semarang need 2(two) unit container cranes, 5(five) unit Rubber Tyred Gantris and 12(twelve) Head Trucks, minimum cost Rp. 39.819.790 in 2003, and starting in 2004, Tanjung Emas Port Semarang must increase the facilities especially for Head Truck and Rubber Tyred Gantry.

Keywords : queuing theory, container crane, head truck, rubber tyred gantry

KATA PENGANTAR

Merupakan persyaratan bagi mahasiswa Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro untuk menyelesaikan sebuah tesis yang nantinya harus diuji oleh dosen penguji yang ditunjuk oleh ketua program Magister Teknik Sipil.

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan limpahan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Pada kesempatan ini tak lupa penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak dan ibu dosen pembimbing serta pihak-pihak yang telah memberikan bantuan, saran, bimbingan dan dorongan selama penulis menyelesaikan tesis ini. Penulis menyadari tanpa bantuan dari berbagai pihak tesis ini tidak dapat segera diselesaikan.

Ucapan terima kasih khususnya penulis sampaikan kepada keluarga penulis yang telah memberikan dorongan, semangat sehingga tesis ini berhasil penulis selesaikan.

Penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini masih banyak kekurangan di sana-sini dan jauh dari sempurna (tiada gading yang tak retak) sehingga saran dan kritik serta usul perbaikan sangat penulis harapkan kepada siapapun yang membaca tesis ini.

Akhirul kata dengan segala kerendahan hati semoga tesis yang sederhana ini bisa bermanfaat bagi pihak yang menggunakannya.

Amin.

Semarang, Nopember 2003

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAKSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Manfaat	4
1.3. Pembatasan Masalah	4
1.4. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Sistem Transportasi	6
2.2. Fungsi Pelabuhan Laut	7
2.3. Sistem Pelabuhan Laut	7
2.4. Pelabuhan Peti Kemas	8
2.5. Justifikasi Pengelolaan Pelabuhan	12
2.6. Konsep Biaya Total di Pelabuhan	14
2.7. Metode Peramalan	15
2.8. Metode Regresi Linier	16
2.9. Regresi Sederhana	16
2.10. Regresi Berganda	17
2.11. Parameter dan Pengujian Model	19
2.12. Model Antrian	20
2.12.1. Model Antrian (M/M/1) : (FCFS/ ∞/∞)	24

	2.12.2. Model Antrian (M/M/C) : (FCFS/ ∞/∞)	25
	2.13. Uji Distribusi.....	26
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	28
	3.1. Perumusan Masalah	29
	3.2. Survey Pendahuluan	29
	3.3. Studi Pustaka	29
	3.4. Pengumpulan Data	29
	3.5. Model Permintaan	30
	3.6. Model Pelayanan Dermaga.....	30
	3.7. Pengembangan Model Biaya Sistem Bongkar Muat di Dermaga	30
	3.8. Optimasi Sistem Layanan Dermaga	30
	3.9. Analisa Hasil Optimasi	30
BAB IV	ANALISIS DATA	
	4.1. Pengumpulan data primer	31
	4.2. Hasil Pengolahan Data	33
	4.2.1. Ramalan Arus Barang	33
	4.3. Uji Distribusi	39
	4.3.1. Uji Distribusi Laju Kedatangan Barang	39
	4.3.2. Uji Distribusi Tingkat Layanan CC	40
	4.3.3. Uji Distribusi Tingkat Layanan HT	41
	4.3.4. Uji Distribusi Tingkat Layanan RTG	42
	4.4. Perhitungan Biaya Tunggu di Pelabuhan	43
	4.4.1. Biaya Tunggu Barang	43
	4.4.2. Biaya Tunggu Container	44
	4.4.3. Biaya Pelayanan	45
	4.5. Perhitungan Optimasi Pelayanan Terminal Peti Kemas	45
	4.5.1. Optimasi Fasilitas CC	45
	4.5.2. Optimasi Fasilitas HT	47
	4.5.3. Optimasi Fasilitas RTG	48

	Halaman
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	50
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan	55
6.2. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	
A. Hasil Perhitungan <i>Running Software Quantitative System for Business</i> Dengan Metode Teori Antrian	59
B. Data Sekunder Kedatangan Kapal, Petikemas, Dan Waktu Pelayanan Dermaga	85
C. <i>Lay-out</i> Pelabuhan Petikemas Tanjung Emas Semarang dan Peralatan Bongkar Muat Petikemas	89
D. Data Primer Waktu Siklus Peralatan Bongkar Muat Petikemas	94
E. Daftar Pengertian dan Singkatan	100

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Arus Bongkar Muat Peti Kemas Di Tanjung Emas Tahun 1997 – 2001	2
Tabel 1.2 Data Fasilitas Dan Peralatan di Pelabuhan Tanjung Emas	3
Tabel 2.1 Karakteristik Dasar Sistem Antrian	21
Tabel 4.1 Merek dan Kapasitas <i>Head Truck</i>	33
Tabel 4.2 Data PDRB Propinsi Jawa Tengah 1997 – 2001	34
Tabel 4.3 Data Nilai Ekspor Propinsi Jawa Tengah 1997 – 2001	35
Tabel 4.4 Data Nilai Impor Propinsi Jawa Tengah 1997 – 2001	36
Tabel 4.5 Data PDRB, Nilai Impor, Nilai Ekspor Jawa Tengah dan Arus barang Peti Kemas 1997 – 2001	37
Tabel 4.6 Peramalan Permintaan Bongkar Muat Peti Kemas tahun 2003-2010	38
Tabel 4.7 Ramalan Laju Kedatangan <i>Container</i> Tahun 2002 – 2010	38
Tabel 4.8 Uji Distribusi Laju Kedatangan <i>Container</i>	39
Tabel 4.9 Uji Distribusi Tingkat Layanan <i>Container Crane</i>	40
Tabel 4.10 Uji Distribusi Tingkat Layanan <i>Head Truck</i>	41
Tabel 4.11 Uji Distribusi Tingkat Layanan <i>Rubber Tired Gantry</i>	42
Tabel 4.12 Data Arus Ekspor – Impor Tahun 1998 – 2002	44
Tabel 4.13 Data Biaya Operasional Fasilitas Pelayanan Pelabuhan	45
Tabel 4.14 Data Masukkan Dalam Perhitungan Optimasi <i>Container Crane</i> Tahun 2003	46
Tabel 4.15 Data Masukkan Dalam Perhitungan Optimasi <i>Container Crane</i> Tahun 2010	46
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Optimasi <i>Container Crane</i> Tahun 2003	47
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Optimasi <i>Container Crane</i> Tahun 2010	48
Tabel 4.18 Data Masukkan Dalam Perhitungan Optimasi <i>Head Truck</i> Tahun 2003	49

Halaman

Tabel 4.19	Data Masukkan Dalam Perhitungan Optimasi <i>Head Truck</i> Tahun 2010	49
Tabel 5.1	Skenario Pelayanan oleh Fasilitas Bongkar Muat Di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang Tahun 2003	50

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sistem Transportasi	6
Gambar 2.2 Kegiatan Pelabuhan	8
Gambar 2.3 Bongkar Muat dengan Gantry Crane	9
Gambar 2.4 Proses Bongkar Muat Peti Kemas	10
Gambar 2.5 Kurva hubungan antara biaya pelayanan dengan biaya tunggu	14
Gambar 2.6 Struktur dasar model antrian	21
Gambar 2.7 Macam - macam model antrian	23
Gambar 2.8 Bentuk umum model antrian	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 4.1 Hasil analisa regresi untuk nilai PDRB	34
Gambar 4.2 Hasil analisa regresi untuk nilai Ekspor	35
Gambar 4.3 Hasil analisa regresi untuk nilai Impor	36
Gambar 4.4 Uji Distribusi Kedatangan <i>Container</i>	40
Gambar 4.5. Uji Distribusi Tingkat Layanan <i>Container Crane</i>	41
Gambar 4.6. Uji Distribusi Tingkat Layanan <i>Head Truck</i>	42
Gambar 4.7. Uji Distribusi Tingkat Layanan <i>Rubber Tired Gantry</i>	43
Gambar 4.8. Grafik total biaya optimum CC pada kondisi moderat tengah tahun 2003	47
Gambar 4.9. Grafik total biaya optimum HT pada kondisi moderat tengah tahun 2003	48
Gambar 4.10. Grafik total biaya optimum RTG pada kondisi moderat tengah tahun 2003	49
Gambar 5.1 Grafik Total Biaya Minimum	51
Gambar 5.2 Grafik Total Waktu Dalam Sistem	52
Gambar 5.3 Grafik Total Waktu Dalam Antrian	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Pelabuhan Tanjung Emas yang secara geografis terletak pada $110^{\circ} - 24'00'' - 110^{\circ} 26'00''$ BT dan $6^{\circ} 53'00''30' - 6^{\circ} 57'00''$ LS merupakan pelabuhan utama di Jawa Tengah, salah satu dari tiga pelabuhan besar di pantura Pulau Jawa disamping Tanjung Priok di belahan barat dan Tanjung Perak di bagian timur. Peran Pelabuhan Tanjung Emas menjadi sangat penting dan strategis, karena merupakan simpul utama perekonomian dan pintu gerbang eksport import propinsi Jawa Tengah. Peranan ini didukung oleh keberadaan dan potensi daerah *hinterland*-nya yaitu wilayah propinsi Jawa Tengah, Daerah Istimewa Yogyakarta, wilayah bagian timur Jawa Barat, dan bagian barat Jawa Timur. Pelabuhan Tanjung Emas ini pengoperasiannya dilakukan oleh PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia-III (Pelindo-III) yang berpusat di Surabaya.

Pada dekade terakhir ini perkembangan kinerja Pelabuhan Tanjung Emas menunjukkan peningkatan yang signifikan, bahkan melampaui target yang diperkirakan, walaupun terjadi masa krisis ekonomi sejak tahun 1997 dan sampai saat ini masih terasa dampaknya. Hal tersebut ditunjukkan oleh besarnya peningkatan bongkar muat barang maupun orang di Pelabuhan Tanjung Emas beberapa tahun terakhir ini yang secara kuantitatif adalah sebagai berikut :

1. Pertumbuhan bongkar muat barang petikemas (*container*) yang pada tahun 1997 menunjukkan angka 105.152 *Box*, hanya dalam waktu 5 tahun kemudian mengalami kenaikan sebesar 57,3 % menjadi 165.448 *Box* pada tahun 2001. Dalam besaran TEU's pada tahun 1997 mencapai 158.026 TEU's dan 272.611 TEU's pada tahun 2001, atau mengalami kenaikan lebih dari 72.5%. Hal ini dapat di lihat pada Tabel 1.1.

Kondisi tersebut tidak terlepas dari meningkatnya pelayanan di Pelabuhan Tanjung Emas melalui penyediaan sarana dan prasarana pelabuhan yang cukup menunjang, yaitu :

1. Bulan Oktober 1985 dimulai realisasi Pengembangan Pelabuhan Tanjung Emas *Fase- I* dengan dibangunnya dermaga sepanjang 605 m *draft* = 9,00 m di bawah LWL untuk mengakomodasi kapal berbobot 10.000 DWT.
2. Pada tahun 1992 Pengembangan *Fase - II* dilaksanakan dengan biaya bantuan JBIC (*Japan Bank for International Cooperation*) dibangun dermaga petikemas sepanjang

345 m dengan draft – 10,0 m dilengkapi dengan *Gantry Crane* sebanyak 2 buah dan *Transfer Cranes* (ditambah 2 *Gantry Crane* lagi oleh Pelindo – III pada tahun 1997), dilengkapi *container yard* dan terminal barang diperbatasan dengan dermaga internasional untuk bongkar muat *General Cargo*.

3. Pada tahun 2002 dilaksanakan pengembangan Fase– III dengan biaya sepenuhnya dari Pelindo – III , yang berupa pembangunan dermaga dermaga baru sepanjang 150 meter dengan *draft* – 10,0 m dilengkapi dengan *rel Crane* sepanjang 360 m dan reklamasi lapangan penumpukan peti kemas seluas 150 x 50 m.

Tabel 1.1

ARUS BONGKAR MUAT PETI KEMAS DI TANJUNG EMAS
TAHUN 1997 – 2001

Tahun Year	Impor		Ekspor		Ekspor - Impor	
	Box	Teus	Box	Teus	Box	Teus
1997	36972	78200	68200	79826	105152	158026
1998	54060	98515	81200	114251	135260	212766
1999	70280	111810	84584	136686	154864	248496
2000	75262	121152	89215	145601	164477	266753
2001	75938	124250	89510	148361	165448	272611

Sumber : PT. (Persero) Pelabuhan Cabang Tanjung Emas

Sejalan dengan pergeseran dan perubahan besar yang secara eksternal akan segera memasuki era pasar bebas sebagai konsekuensi globalisasi, dan secara internal kita akan mengarah ke desentralisasi / otonomi daerah, maka secara umum Pelabuhan Tanjung Emas Semarang dihadapkan pada isu / permasalahan pokok yaitu :

1. Terjadinya pertumbuhan angkutan container yang cukup tinggi, didukung oleh potensi wilayah pendukung / *hinterland* dalam menyumbangkan hasil produksinya khususnya untuk komoditas ekspor.
2. Dalam menghadapi era pasar bebas Pelabuhan Tanjung Emas berpotensi untuk menjadi pelabuhan besar dan berskala dunia, sehingga visi ke depan pengelolaan dan pengembangannya harus lebih dipertajam.
3. Disamping itu pelabuhan Tanjung Emas sebagaimana pelabuhan-pelabuhan lainnya dituntut mengemban misi ganda yaitu :
 - a. *Port mission* yaitu misi untuk memenuhi tuntutan permintaan yang cenderung meningkat tajam dan menuntut kualitas dan kuantitas pelayanan yang semakin

tinggi pula. Pada gilirannya pelabuhan dapat berkembang dan memberikan sumbangan dan manfaat sebesar-besarnya bagi wilayah sekitarnya.

- b. *Corporate mission* dimana pelabuhan sebagai suatu badan usaha harus mampu mengemban misinya untuk bersaing secara professional dan mampu menghadapi kompetisi yang semakin ketat.

Untuk mengantisipasi kebutuhan jasa pelabuhan tersebut perlu dilakukan **“Kajian Terhadap Peralatan Bongkar muat Barang Pada Terminal Peti Kemas Di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang”**.

Kondisi Fasilitas dan peralatan di pelabuhan Tanjung Emas Semarang tahun 2001 dapat digambarkan pada tabel 1.2

Tabel 1.2
Data Fasilitas dan Peralatan di Pelabuhan Tanjung Emas
Tahun 2003

Uraian		Satuan	Tahun 2003
A.	Pelayanan Jasa Kapal		
	1. Kolam	M	- 9 LWS
	2. Alur	M	- 10 LWS
B	Alat Fasilitas		
	1. Crane Petikemas	Unit	4
	2. Forklift	Unit	9
	3. Head Truck	Unit	26
	4. Chasis	Unit	30
	5. Top Loader	Unit	2
	6. Fix Spreader	Unit	4
	7. Side Loader	Unit	2
	8. Reefer Plug Kap. 56	Unit	4
	9. Transtainer	Unit	8
C	Bangunan Fasilitas		
	1. Container Yard	M 2	77000
	2. Depo MTY		
	a. Baru	M 2	28600
	b. Lama	M 2	25000
	3. Gudang C F S		
	a. Baru	M 2	3600
	b. Lama	M 2	6000
	4. Dermaga	M 2	8625

Sumber : PT. (Persero) Pelabuhan Cabang Tanjung Emas

1.2. TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan dilaksanakannya Studi Kajian Terhadap Peralatan Bongkar Muat Barang Pada Terminal Peti Kemas Di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang adalah sebagai berikut :

1. Melakukan evaluasi terhadap kapasitas peralatan bongkar muat yang dimiliki oleh terminal peti kemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, agar mampu memberikan tingkat pelayanan yang optimum pada proses bongkar muat di terminal peti kemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.
2. Menentukan jumlah optimal fasilitas dan peralatan bongkar muat peti kemas berdasarkan kriteria tingkat pelayanan dan total biaya minimum untuk mengantisipasi kebutuhan dimasa yang akan datang.

Adapun manfaat yang hendak dicapai dari Studi Kajian Terhadap Fasilitas Pelayanan Bongkar Muat Barang Pada Terminal Peti Kemas di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang diantaranya :

1. Diperoleh bahan analisa untuk pengembangan Terminal Peti Kemas di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang yang efisien dan efektif.
2. Dapat dipergunakan sebagai bahan rekomendasi dalam pengembangan Terminal Peti Kemas di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.

1.3. PEMBATASAN MASALAH

Kerangka acuan kegiatan memfokuskan studi ini pada usaha meningkatkan kesiapan Pelabuhan Tanjung Emas untuk melayani pertumbuhan permintaan angkutan Peti Kemas. Adapun batasan masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini difokuskan untuk mengkaji kapasitas aktual terhadap kapasitas desain yang telah diaplikasikan.
2. Menemu kenali persoalan yang ada di Terminal Peti Kemas Pelabuhan Tanjung Emas mencakup aspek pengoperasiaan peralatan bongkar muat peti kemas, Arus bongkar muat peti kemas dan persoalan yang menyangkut pelayanan bongkar muat peti kemas sampai tahun 2010.
3. Fasilitas dan peralatan bongkar muat peti kemas meliputi fasilitas dan peralatan penanganan bongkar muat yang dalam hal ini terdiri atas *Container Crane*, *Rubber Tired Gantry*, dan *Head Truck*. Tanpa memperhitungkan luasan *Container Yard* yang ada.
4. Penelitian ini dilakukan di Dermaga Peti Kemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.

1.4. SISTEMATIKA PENULISAN

Penyusunan tesis yang dilakukan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini meliputi latar belakang penyusunan tesis, perumusan masalah, batasan masalah dan asumsi, tujuan penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori-teori penunjang yang digunakan sebagai landasan konseptual dari penelitian yang meliputi Metode peramalan, Model peramalan dan model biaya total minimum, Parameter pengujian model dan uji distribusinya.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini merupakan tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan agar lebih terarah dan memiliki langkah penyelesaian yang sistematis mulai dari penetapan tujuan penelitian, studi pustaka dan studi pendahuluan, identifikasi metode penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisa dan interpretasi serta kesimpulan dan saran.

BAB IV : ANALISA DATA

Bab ini berisi tentang pengolahan data dan analisa dari hasil pengolahan data untuk mengetahui performansi terhadap kapasitas fasilitas dan peralatan bongkar muat yang dimiliki oleh terminal peti kemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, agar mampu memberikan tingkat pelayanan yang optimum pada proses bongkar muat di terminal peti kemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.

BAB V : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini hasil dari analisa data akan dikaji dan dilakukan pembahasan dengan seksama untuk mendapatkan beberapa masukan-masukan yang dapat meningkatkan performansi jasa layanan bongkar muat Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Pada bab pembahasan ini kajian difokuskan pada parameter-parameter yang mempengaruhi biaya-biaya yang terkait dalam proses pelaksanaan bongkar muat peti kemas

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan tahapan akhir dalam penyusunan tesis yang berisi kesimpulan dari pembahasan yang telah dilakukan pada bab IV dan saran-saran yang dapat diberikan kepada pihak yang terkait.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

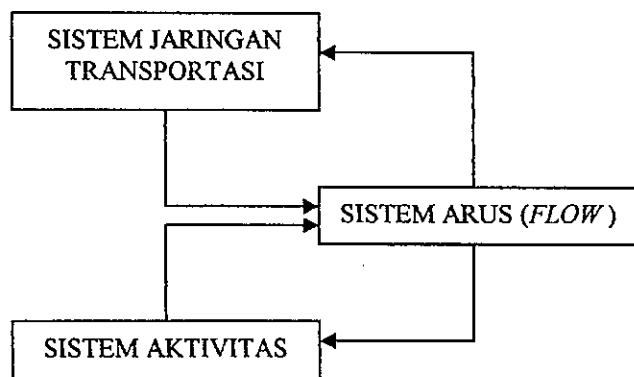
Pada bagian ini akan diuraikan secara garis besar pengertian sistem pelabuhan laut serta dijelaskan teori yang dipakai guna pendekatan penyelesaian masalah penelitian ini.

2.1. SISTEM TRANSPORTASI

Sistem transportasi adalah suatu interaksi yang terjadi antara tiga komponen sistem yang saling berkaitan dan mempengaruhi (Manajemen Transportasi, Salim, Abbas A, Drs., 1993) yaitu :

- a. Sistem aktifitas
- b. Sistem jaringan transportasi
- c. Sistem arus (*flow*)

Hubungan ketiga sub sistem ini dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.1. Sistem Transportasi

Sebagai ilustrasi dari gambar 2.1 adalah arus angkutan dari suatu tempat ke tempat lain timbul oleh karena adanya aktifitas (ekonomi, sosial, politik, dan sebagainya) pada daerah tersebut dan timbulnya arus tersebut juga tidak terlepas dari tersedianya prasarana dan sarana transportasi antar kedua daerah tersebut.

Hubungan interaksi dari ketiga sub sistem di atas adalah apabila aktifitas meningkat maka arus ikut meningkat sehingga sarana dan prasarana juga harus ditingkatkan. Dalam penelitian ini yang menjadi sistem transportasi adalah sistem bongkar muat peti kemas (PK).

Pola alir yang berlaku adalah pola alir searah, dimana saat bongkar (PK) dari kapal tidak dilakukan kegiatan muat (PK) ke kapal sampai proses bongkar selesai dan sebaliknya juga demikian. Aktifitas yang dilakukan adalah bongkar muat dari kapal ke penumpukan atau sebaliknya.

2.2. FUNGSI PELABUHAN LAUT

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 1983, pelabuhan laut adalah daerah tempat berlabuh dan atau tempat bertambatnya kapal atau kendaraan air lainnya untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, bongkar muat barang dan hewan serta merupakan daerah kegiatan ekonomi. Juga bisa dikatakan bahwa pelabuhan merupakan salah satu simpul yaitu titik dimana penumpang dan barang masuk serta keluar dari sistem, yang merupakan salah satu fungsi penting dalam sistem transportasi (Manajemen Pelabuhan, Salim, Abbas A, Drs., 1994)

Adapun fungsi pelabuhan secara umum adalah sebagai berikut :

1. Tempat untuk menurunkan dan menaikkan penumpang serta sebagai tempat transit,
2. Tempat untuk memuat dan menaikkan serta pengumpulan barang sehingga mencapai jumlah tertentu yang ekonomis untuk diangkut,
3. Tempat penampungan, pemrosesan serta pengepakan hingga barang dapat diangkut ke daerah pasar dengan biaya lebih ekonomis.

Berdasarkan hal tersebut, dirasa bahwa peranan pelabuhan adalah cukup penting terhadap pembangunan perekonomian suatu daerah yang diwujudkan dalam bentuk pelayanan pelabuhan dibagi kontribusi fungsi pelabuhan terhadap pembangunan perekonomian suatu daerah dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Dengan adanya pelabuhan, akan terbuka kesempatan untuk mengadakan aktifitas perdagangan dari dan antar daerah serta negara.
2. Dengan terciptanya perdagangan luar negeri, kemungkinan peningkatan devisa dari sektor barang ekspor dan impor.
3. Tarif bongkar muat di pelabuhan mempunyai pengaruh terhadap harga jual barang yang di ekspor maupun di impor.
4. Pendapatan negara akan meningkat selaras dengan meningkatnya aktifitas ekspor dan impor yang menggunakan fasilitas pelabuhan.

2.3. SISTEM PELABUHAN

Sistem pelabuhan terdiri dari 2 (dua) elemen utama yaitu elemen sarana pelabuhan berupa kapal dan prasarana yakni fasilitas yang ada di pelabuhan (Manajemen Pelabuhan, Salim, Abbas A, Drs., 1994). Hubungan antara sarana dan prasarana pelabuhan sangat erat

kaitannya dan tidak terpisahkan di dalam suatu sistem pelabuhan. Oleh karena itu, perkembangan teknologi angkutan laut sedapat mungkin diimbangi oleh perkembangan teknologi prasarana pelabuhan. Fasilitas pelabuhan secara garis besar dapat dibedakan atas 2 (dua) bagian :

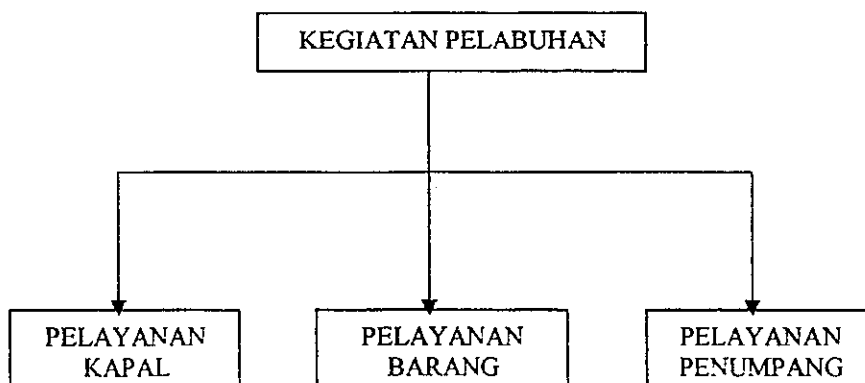
1. Infra-struktur adalah fasilitas dasar yang diperuntukkan bagi kapal-kapal seperti Alur Pelayaran, berikut alat bantu navigasi, *breakwater*, dermaga dan sebagainya.
2. Supra-struktur adalah fasilitas yang disediakan diatas permukaan tanah pelabuhan yang diperuntukkan bagi barang dan angkutan darat seperti gudang, lapangan penumpukan, serta peralatan bongkar muat.

Pada dasarnya kegiatan di Pelabuhan menyangkut pelayanan kapal dan pelayanan arus barang, yang terdiri dari arus masuk kapal ke pelabuhan dan diteruskan ke gudang atau ke penumpukan peti kemas, serta arus keluar dari gudang pengirim melalui pelabuhan untuk diangkut ke kapal (Manajemen Pelabuhan, Salim, Abbas A, Drs., 1994).

Dalam istilah pelayanan ini aktifitas pelabuhan dapat dibagi atas tiga kelompok pelayanan :

1. Pelayanan jalan masuk kapal di Pelabuhan (*sea related service*).
2. Pelayanan barang di Pelabuhan penerimaan barang (*land related service*).
3. Pelayanan barang ke penerima barang (*delivered related service*).

Ketiga kelompok pelayanan tersebut dilengkapi dengan fasilitas dan peralatan penunjang seperti tertera pada Gambar 2.2.



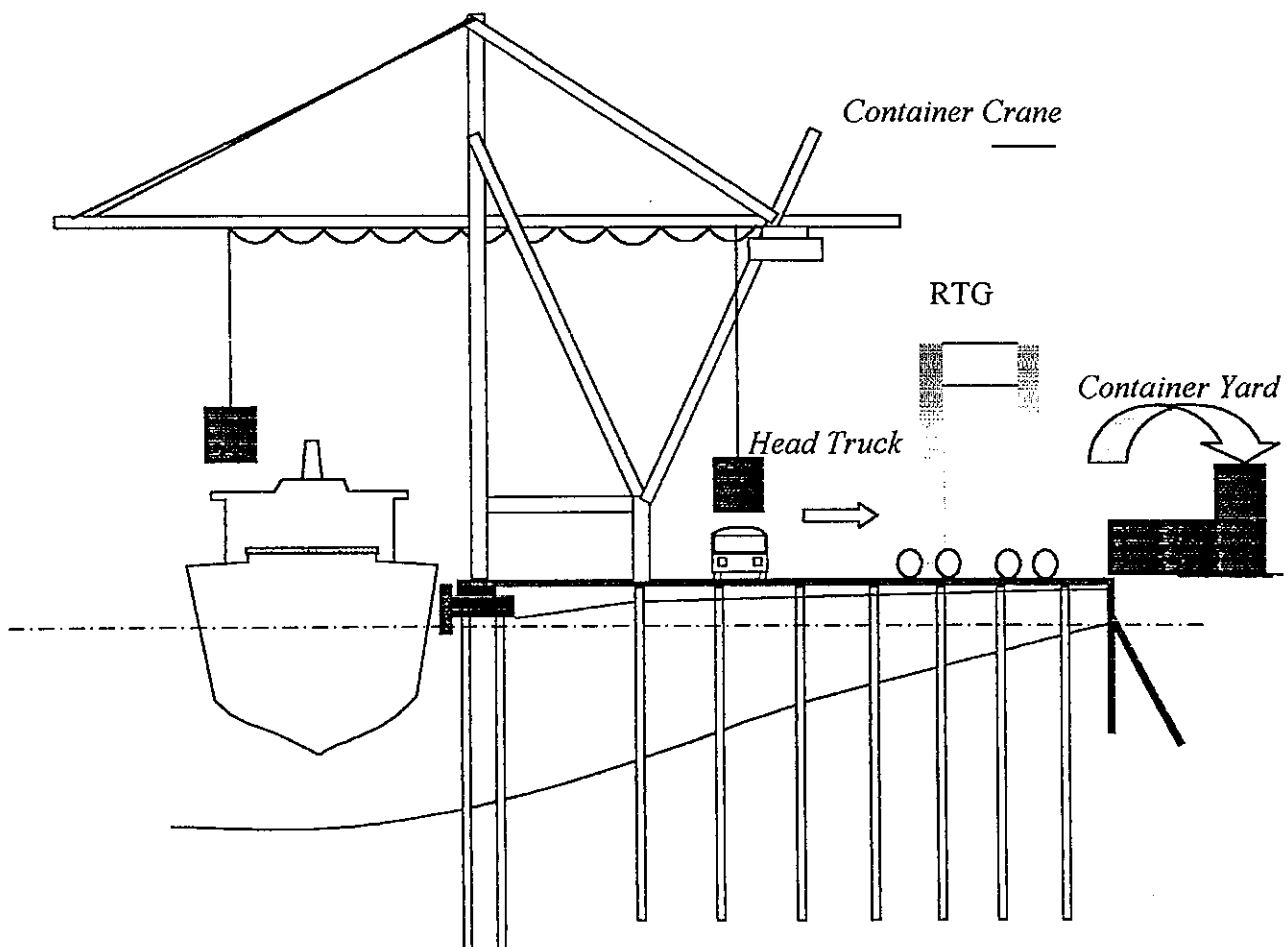
Gambar 2.2. Kegiatan Pelabuhan

2.4. Pelabuhan Peti Kemas

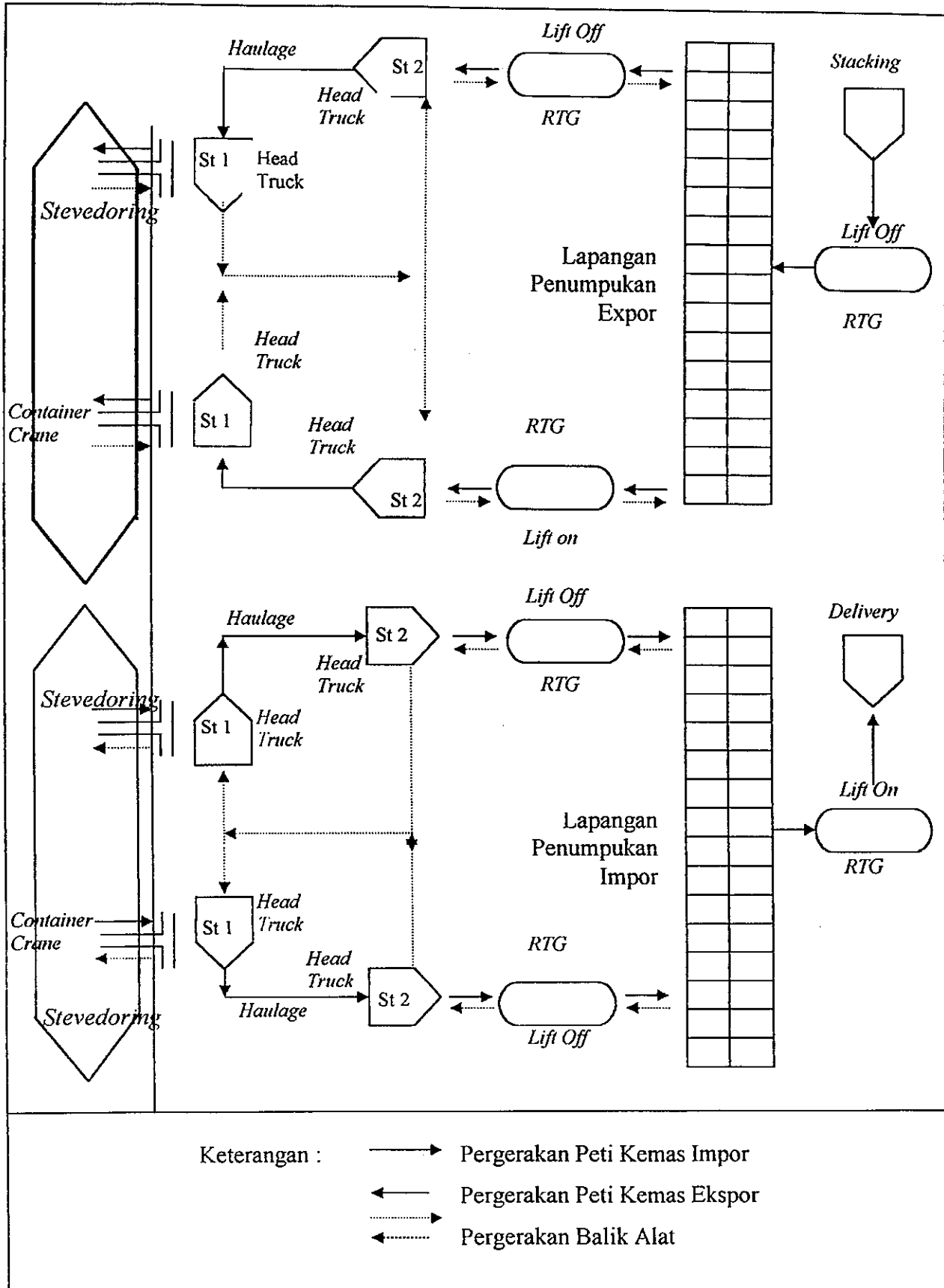
Kegiatan pelabuhan peti kemas yaitu perpindahan arus barang dari angkutan darat ke angkutan laut dengan sistem angkutan *full container* dengan tahapan kegiatannya :

1. Peti kemas (PK) diangkut oleh angkutan darat (*trailer*) sampai ke pelabuhan kemudian PK diangkat dengan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) diletakkan di terminal penumpukan.
2. Dengan menggunakan RTG, PK tersebut diangkut dan ditata untuk menunggu kapal pengangkutnya.
3. Setelah kapal pengangkut datang dan siap didermaga, PK dari terminal penumpukan tadi diangkat dengan RTG diletakkan keatas *Head Truck* diangkut ke *apron* dermaga dimana kapal tersebut bersandar.
4. Dengan menggunakan *Gantry Crane* PK diangkat dari *Head Truck* dan dimasukkan ke kapal.
5. Setelah barang tersebut diangkut kedalam kapal, kapal meninggalkan dermaga menuju negara atau daerah yang dituju.

Jika digambarkan maka siklusnya sesuai Gambar 2.3. dan proses bongkar muatnya sesuai Gambar 2.4.



Gambar 2.3. Bongkar muat dengan *Gantry Crane*



Gambar 2.4 Proses Bongkar Muat Peti Kemas

Untuk memberikan gambaran yang lebih luas, perlu di uraikan beberapa pengertian yang relevan dengan judul pengertian agar cakupannya tidak melebar sehingga dihasilkan persepsi yang sama terhadap topik yang akan dibahas, yaitu sebagai berikut :

1. *Operator Terminal*, adalah Perusahaan Bongkar Muat (PBM) yang di beri wewenang untuk melaksanakan pengelolaan dan penanganan bongkar muat barang di terminal peti kemas.
2. PBM, adalah perusahaan yang menangani secara profesional bongkar muat barang dari dan ke kapal.
3. Perusahaan pelayaran, adalah perusahaan yang mewakili dan mengelola serta mengoperasikan armada angkutan laut untuk kegiatan angkutan laut.
4. *Stevedoring*, adalah jasa kegiatan pemuatan atau pembongkaran barang dari kapal ke dermaga , tongkang, *head truck* dan sebaliknya.
5. *Cargodoring*, adalah jasa kegiatan menyangkut barang dari dermaga ke gudang, lapangan penumpukan atau sebaliknya.
6. *Turn Round Time* (TRT), yaitu jumlah jam kapal selama di lokasi lego jangkar, melakukan kegiatan bongkar muat barang di tambatan sampai keluar meninggalkan pelabuhan.
7. *Waiting Time* (WT), yaitu waktu tunggu kapal untuk bertambat yang dihitung setelah kapal mengajukan surat pemberitahuan kedatangan kapal (PKK) dan blangko b model 1A kepada pengusaha pelabuhan .
8. *Berthing Time* (BT), adalah waktu kapal selama bertambat di dermaga untuk keperluan bongkar muat peti kemas.
9. *Ship Output Per Day* (SOP), adalah besaran muatan barang dalam ton yang di hasilkan dari kunjungan kapal per harinya.

Indikator kinerja efisiensi operaskepelabuhanan meliputi indikator kinerja pelayanan peti kemas, pelayanan kapal dan utilisasi fasilitas pelabuhan.

Mekanisme sistem operasional di Terminal Peti Kemas pelabuhan Tanjung Emas Semarang adalah sebagai berikut :

1. Sub sistem pelayanan kapal sandar dari ambang luar ke dermaga dan sebaliknya dari dermaga ke ambang luar.
2. Sub sistem proses bongkar muat peti kemas di dermaga meliputi proses bongkar dari kapal ke dermaga dan proses muat dari dermaga ke kapal.

3. Sub sistem pelayanan pengangkutan peti kemas dari dermaga ke lapangan penumpukan dan sebaliknya dari lapangan penumpukan ke dermaga.
4. Sub sistem pelayanan pengangkutan peti kemas dari lapangan penumpukan ke *pintu gate* dan sebaliknya dari *pintu gate* ke lapangan penumpukan.

2.5. JUSTIFIKASI PENGELOLAAN PELABUHAN

Sejak jaman penjajahan hingga saat ini produk hukum tentang pengelolaan pelabuhan telah diterbitkan, yaitu antara lain :

1. *Algemeen Haven Reglemen* (AHR) Stb 1927 tentang Ketentuan Umum Kepelabuhan.
2. Peraturan Pemerintah Pengganti UU No. 19 tahun 1960 tentang perusahaan Negara Pelabuhan.
3. Peraturan Pemerintah No. 1 tahun 1969 tentang susunan dan Tata Kerja Kepelabuhan dan Daerah Pelayaran.
4. UU No. 9 tahun 1969 tentang Bentuk-bentuk Usaha Negara dan sebagai pelaksanaannya dikeluarkan PP No. 18 tahun 1969 tentang Dibubarkan PN Pelabuhan (dalam likuidasi).
5. PP No. 3 tahun 1983 tentang Tata Cara Pembinaan dan Pengawasan Perusahaan Jawatan (Perjan), Perusahaan Umum (Perum) dan Persero.
6. PP No. 11 tahun 1983 juncto pemerintah No. 23 tahun 1985 tentang Pembinaan Kepelabuhan.
7. PP No. 4, 5, 6, dan 7 tahun 1985 tentang Perusahaan Umum Pelabuhan I, II, III, IV.
8. PP No. 57 tahun 1991 tanggal 19 Oktober 1991 tentang Pengalihan Bentuk Perum Pelabuhan menjadi Perusahaan Perseroan (Persero).

Berdasarkan PP dimaksud pada butir 7 di atas, maka pengelolaan pelabuhan di Indonesia dikelompokkan menjadi 4 badan usaha milik negara meliputi :

1. PT (Persero) Pelabuhan Indonesia I berada di Belawan, mengelola pelabuhan-pelabuhan yang terletak di propinsi Aceh, Sumut dan Riau.
2. PT (Persero) Pelabuhan Indonesia II berkedudukan di Jakarta, mengelola pelabuhan-pelabuhan yang berada di propinsi Sumbar, Jambi, Sumsel, Bengkulu, Lampung, Jabar, DKI, dan Kalbar.

3. PT (Persero) Pelabuhan Indonesia III berada di Surabaya, mengelola pelabuhan-pelabuhan yang terletak di propinsi Jateng, Jatim, Bali, NTB, NTT dan Kalsel.
4. PT (Persero) Pelabuhan Indonesia IV berada di Ujung Pandang, mengelola pelabuhan-pelabuhan yang terletak di propinsi Kalteng, Kaltim, Sulut, Sulteng, Sulsel, Maluku, dan Irija.

Melihat begitu luasnya fungsi-fungsi dan peranan pelabuhan dalam perekonomian negara maka pemerintah telah mengatur organisasi pelaksanaan di pelabuhan sebagaimana di muat dalam PP No.11 tahun 1983 Bab III, pasal 9 dan 10 yang berbunyi sebagai berikut :

- a) Unsur-unsur pelaksana pelabuhan terdiri dari instansi-instansi dan unit kerjanya yang bertugas berkaitan dengan kapal penumpang barang dan hewan di pelabuhan.
- b) Instansi dan unit kerja dalam ayat a) pasal ini antara lain :
 - 1) Unit pelaksana badan usaha pelabuhan di pelabuhan-pelabuhan yang diusahakan oleh badan usaha pelabuhan.
 - 2) Unit pelaksana teknis pelabuhan di pelabuhan-pelabuhan yang tidak diusahakan oleh badan usaha pelabuhan.
 - 3) Unit pelaksana teknis instansi pemerintah bidang perhubungan laut selain tersebut dalam huruf 1) dan 2).
 - 4) Instansi-instansi pemerintah lainnya.
 - 5) Badan usaha milik negara atau swasta lainnya.
 - 6) Administrator pelabuhan di pelabuhan-pelabuhan yang diusahakan oleh badan usaha pelabuhan.

Tugas instansi dan unit kerja di pelabuhan sebagaimana dimaksud pada pasal 9 Peraturan Pemerintah ini adalah sebagai berikut :

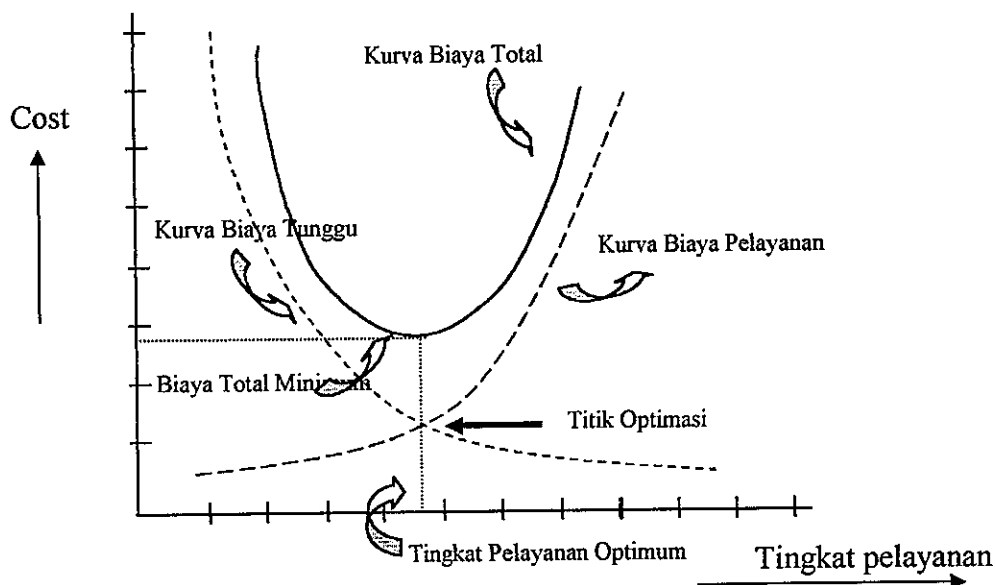
1. Unit pelaksana badan usaha pelabuhan melaksanakan pengusahaan jasa kepelabuhan di pelabuhan yang diusahakan oleh BUP (Badan Usaha Pelabuhan).
2. UPT pelabuhan melaksanakan pengelolaan jasa kepelabuhan dan mengkoordinasikan instansi-instansi pemerintah bidang perhubungan laut dan instansi pemerintah lainnya untuk melaksanakan tugas kepelabuhan di pelabuhan yang tidak diusahakan BUP.
3. UPT instansi pemerintah bidang perhubungan laut melaksanakan fungsi kebandaran perkapalan di pelayaran, jasa maritim, perambuan dan penerangan pantai, elektronika dan pelayaran, pengamanan pelabuhan, bandar, dan lalu lintas angkutan laut.

4. Instansi pemerintah lainnya melaksanakan fungsi di bidang masing-masing seperti bea cukai, imigrasi, karantina kesehatan, dan keamanan.
5. BUMN dan atau swasta lainnya melaksanakan fungsi usaha penunjang dan atau pemakai jasa kepelabuhan.
6. Administrator pelabuhan melaksanakan koordinasi unit pelaksana BUP, Instansi pemerintah bidang perhubungan laut, dan instansi pemerintah lainnya untuk kelancaran tugas kepelabuhan di pelabuhan yang diusahakan oleh BUP.

2.6. KONSEP BIAYA TOTAL DI PELABUHAN

Konsep Biaya di pelabuhan terdiri dari biaya pelabuhan dan biaya waktu tunggu (Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi, Morlok, EK. ,1991).

Model biaya total minimum merupakan salah satu alat dari model antrian yang dipakai untuk menentukan tingkat pelayanan optimum. Biaya total disini adalah besarnya biaya yang keluar karena pelayanan yang harus diberikan oleh pengelola fasilitas pelayanan, dengan biaya kerugian akibat menunggu dilayani (biaya tunggu) yang yang dibebankan pada pelanggan. Menambah atau mengurangi jumlah fasilitas berarti mempengaruhi waktu tunggu. Hal tersebut dapat dijelaskan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Kurva hubungan antara biaya pelayanan dengan biaya tunggu

Pada Gambar 2.8 menunjukkan jumlah kedua biaya tersebut sebagai fungsi dari tingkat pelayanan. Tingkat pelayanan optimum dicapai pada kondisi dimana jumlah biayanya paling minimum.

Dalam kriteria total biaya yang paling minimum dicapai melalui keseimbangan dua biaya tersebut, yaitu biaya menunggu bagi konsumen dan biaya pelayanan bagi pihak pelabuhan.

Kriteria tingkat pelayanan yang digunakan adalah jumlah fasilitas pelayanan. Formula biaya total minimum adalah sebagai berikut :

$$TC(c) = c \cdot C_1 + C_2 \cdot L$$

Keterangan :

C_1 = biaya pelayanan persatuan waktu perfasilitas pelayanan

C_2 = biaya menunggu persatuan waktu tiap pelanggan

c = jumlah fasilitas pelayanan

L = jumlah rata-rata pelanggan yang sedang menunggu dalam sistem antrian.

Jika tingkat pelayanan yang optimum dicapai pada saat jumlah fasilitas (c) memberikan biaya total yang optimum. Untuk mengetahui bahwa jumlah fasilitas tersebut optimum digunakan ketentuan sebagai berikut :

$$L \cdot c - L \cdot (c + 1) < L \cdot (c - 1) \cdot L \cdot c$$

Harga C_1/C_2 menunjukkan dimana pencarian untuk c optimum dimulai.

2.7. METODE PERAMALAN

Jumlah barang yang diangkut melalui Pelabuhan untuk masa mendatang dapat diperkirakan dengan model peramalan yang sesuai. Peramalan ini dilakukan melalui data historis periode waktu yang lalu dengan asumsi bahwa kondisi dimasa perkiraan sama dengan kondisi periode waktu lalu (*Assauri, 1984*). Ada beberapa model peramalan yang digunakan antara lain:

a. Metode *Time Series*.

b. Metode *Regresi*.

Pemilihan model peramalan yang sesuai untuk dipakai tergantung pola data historis dan pengaruh variabel-variabel bebas yang mempengaruhi nilai suatu variabel tak bebas yang akan di estimasi. Salah satu ukuran untuk menentukan baik tidaknya suatu model peramalan adalah *Mean Square Error* (M.S.E). Selain itu dalam memilih model yang tepat juga ditentukan oleh nilai korelasi, signifikansi model dan pengaruh variabel-variabel bebas

terhadap variabel tak bebas. Selanjutnya metode peramalan yang akan dijelaskan lebih lanjut adalah metode regresi.

2.8. METODE REGRESI LINIER

Metode Regresi Linier (*linier regression*) atau dikenal analisis regresi adalah suatu teknik untuk meramalkan nilai suatu variabel berdasarkan hubungan dengan satu atau lebih variabel lain. Variabel yang lainnya akan diramalkan disebut variabel tidak bebas (*dependent variabel*) sedang variabel yang nilainya dipergunakan untuk meramalkan disebut variabel bebas (*independent variabel*) atau juga disebut variabel *predictor*.

Untuk hubungan yang terdiri dari dua variabel, regresi yang dipergunakan adalah regresi sederhana (*simple linier regression*) sedangkan apabila variabelnya lebih dari dua, maka digunakan regresi berganda (*multiple linier regression*).

2.9. REGRESI SEDERHANA

Bentuk umum persamaan secara matematis dari regresi linier sederhana adalah sebagai berikut:

$$Y = b_0 + b_1 X$$

Keterangan :

Y = Variabel tak bebas

X = Variabel bebas

b_0 = Konstanta regresi untuk $X = 0$

b_1 = Koefisien arah regresi linier dan menyatakan perubahan rata-rata variabel Y untuk setiap perubahan variabel X sebesar satu unit

Sedangkan untuk mendapatkan nilai parameter b_0 dan b_1 dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut : (dari metode kuadrat terkecil)

$$b_0 = \frac{\sum Y_i}{n} - b_1 \frac{\sum X_i}{n}$$

atau

$$b_0 = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$b_1 = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

Jika terlebih dahulu dihitung koefisien b_1 , maka koefisien b_0 dapat pula ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X}$$

Keterangan :

\bar{Y} dan \bar{X} = masing – masing rata-rata untuk variabel Y dan X

n = Jumlah data

2.10. REGRESI BERGANDA

Bila variabel *independentnya* (variabel bebas) dua atau lebih, dan tetap dengan satu variabel *dependent* (variabel tak bebas), maka penyelesaiannya harus dengan regresi berganda.

Bentuk umum dari regresi berganda ini adalah sebagai berikut :

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_k X_k$$

Keterangan :

Y = variabel tak bebas

$X_1 \dots X_k$ = Variabel-variabel bebas

$b_0 \dots b_k$ = Parameter-parameter dari persamaan regresi

Untuk mendapatkan parameter-parameter $b_0, b_1 \dots b_k$ bisa dengan cara menyelesaikan secara eliminasi persamaan-persamaan normal berikut, yang diperoleh dari metode kuadrat terkecil :

$$\sum Y_i = b_0 + b_1 \sum X_{1i} + b_2 \sum X_{2i} + \dots + b_k \sum X_{ki}$$

$$\sum Y_i X_{1i} = b_0 \sum X_{1i} + b_1 \sum X_{1i}^2 + b_2 \sum X_{1i} X_{2i} + \dots + b_k \sum X_{1i} X_{ki}$$

$$\sum Y_i X_{2i} = b_0 \sum X_{2i} + b_1 \sum X_{1i} X_{2i} + b_2 \sum X_{2i}^2 + \dots + b_k \sum X_{2i} X_{ki}$$

.

.

$$\sum Y_k X_{ki} = b_0 \sum X_{ki} + b_1 \sum X_{1i} X_{ki} + b_2 \sum X_{2i} X_{ki} + \dots + b_k \sum X_{ki}^2$$

Untuk mendapatkan parameter-parameter $b_0, b_1 \dots b_k$, bisa juga dilakukan dengan pendekatan matriks.

Perhatikan sistem persamaan yang diturunkan dari i pengamatan sebagai berikut :

$$Y_1 = b_0 + b_1.X_{11} + b_2.X_{21} + \dots + b_k.X_{k1}$$

$$Y_2 = b_0 + b_1.X_{12} + b_2.X_{22} + \dots + b_k.X_{k2}$$

•
•
•

$$Y_i = b_0 + b_1.X_{1i} + b_2.X_{2i} + \dots + b_k.X_{ki}$$

Dari persamaan tersebut, bila dituliskan dalam bentuk matriks adalah sebagai berikut :

$$\begin{pmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & \dots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & \dots & X_{k2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 1 & X_{1i} & X_{2i} & \dots & X_{ki} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_i \end{pmatrix}$$

$$X b = Y$$

Bila kedua sisinya kita kalikan dengan X' , sehingga diperoleh persamaan berikut ;

$$X'Xb = YX'$$

$$\text{Maka } b = (X'X)^{-1} (X'Y)$$

Rumus inilah yang digunakan untuk mencari koefisien regresi linear ganda b_0, b_1, \dots, b_k dalam bentuk matriks yang elemen-elemennya terdiri atas data-data pengamatan.

Keterangan :

X = matriks untuk variabel-variabel X

X' = transpos matriks X

Y = matriks untuk variabel-variabel Y

b = matriks untuk koefisien-koefisien b

2.11. PARAMETER DAN PENGUJIAN MODEL

Dari setiap model-model regresi yang dipertimbangkan dilakukan pengujian-pengujian untuk menentukan model peramalan yang paling sesuai. Pengujian-pengujian ini diperlukan untuk mengetahui apakah tepat penggunaan model regresi yang diperoleh (Sujana, 1986).

Pengujian-pengujian tersebut adalah :

a). *Mean Square Error* (MSE)

MSE ini dihitung untuk mengetahui besarnya tingkat kesalahan/penyimpangan dari peramalan dengan menggunakan suatu model. Kriteria pemilihan berdasarkan nilai MSE terkecil.

Maka untuk regresi linier sederhana, harga MSE adalah :

$$MSE = S_{YX}^2 = \frac{\sum (Y_i - \hat{Y})^2}{n - 2}$$

Untuk regresi berganda, harga MSE adalah :

$$MSE = S_{Y1.2..k}^2 = \frac{\sum (Y_{ij} - \hat{Y}_i)^2}{n - k - 1}$$

Keterangan :

Y = Variabel tak bebas hasil pengamatan

\hat{Y} = Hasil peramalan yang didapat dari regresi berdasarkan sampel

n = Ukuran sampel

b). Koefisien Korelasi R

Koefisien korelasi (R) menyatakan tingkat hubungan linier antara variabel *dependent* dengan variabel-variabel *predictornya*. Kriteria pemilihan model peramalan berdasarkan koefisien korelasi ini adalah dipilih model peramalan yang memberikan nilai R^2 yang terbesar mendekati 1.

Interpretasi nilai R adalah sebagai berikut :

R = 1 berarti hubungannya sempurna dan positif

R = -1 berarti hubungannya sempurna dan negatif

$R = 0$ berarti hubungannya lemah sekali atau tidak ada hubungan.

Persamaan untuk menghitung harga R atau koefisien korelasi untuk regresi sederhana, rumusnya adalah sebagai berikut :

$$R = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{\{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2\} \{n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2\}}}$$

Keterangan :

R = Koefesien korelasi antara X dan Y

n = Ukuran sampel

Sedangkan untuk menghitung harga R atau koefisien korelasi ganda untuk regresi berganda, adalah sebagai berikut :

$$R = \sqrt{\frac{JK(Reg)}{\sum Y_i^2 - \left[\frac{(\sum Y_i)^2}{n} \right]}}$$

Dengan $JK(Reg) =$ Jumlah kuadrat untuk regresi yaitu :

$$JK(Reg) = b_1 \sum X_1 Y_i + b_2 \sum X_2 Y_i + \dots + b_k \sum X_k Y_i$$

Keterangan :

$$x_{ki} = X_{ki} - \bar{X}_k \text{ untuk tiap nilai } x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$$

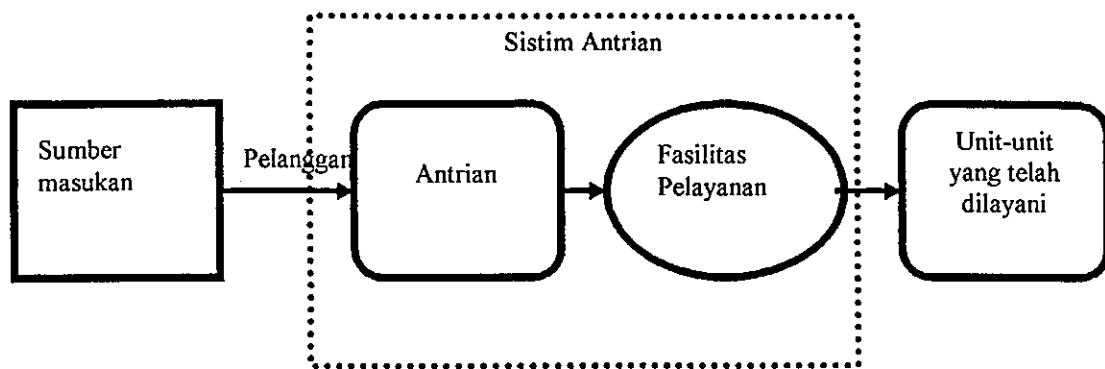
$$y_i = Y_i - \bar{Y}$$

n = Ukuran sampel

2.12. MODEL ANTRIAN

Antrian adalah suatu garis tunggu pelanggan yang dilayani oleh satu atau lebih pelayanan. Suatu antrian terbentuk bila laju rata-rata kedatangan lebih kecil dari pada laju rata-rata pelayanan (*Adolf, 1990*).

Struktur dasar model antrian adalah seperti ditunjukkan Gambar 2.5 di bawah ini :



Gambar 2.5 Struktur dasar model antrian

Unit-unit yang memerlukan pelayanan diturunkan dari sumber input yang memasuki sistem dan ikut dalam antrian. Dalam waktu tertentu anggota antrian dipilih untuk dilayani. Pemilihan ini didasarkan pada suatu kondisi tertentu yang disebut dengan disiplin pelayanan. Oleh karena itu, pelayanan yang baik memerlukan suatu mekanisme pelayanan. Setelah selesai dilayani, unit-unit antrian tersebut langsung meninggalkan sistem antrian. Secara umum karakteristik sistem antrian terdapat pada Tabel 2.1.

Asumsi dasar pendekatan terhadap unit-unit yang memerlukan pelayanan adalah mengikuti distribusi Poisson. Dimana kasus pada sistem antrian dapat dianggap bersifat random dengan tingkat laju rata-rata tertentu.

Tabel 2.1 Karakteristik Dasar Sistem Antrian

KARAKTERISTIK DASAR ANTRIAN	ASUMSI-ASUMSI UMUM
Sumber populasi dan panjang antrian	Terbatas atau tidak terbatas
Pola kedatangan	Tingkat pelayanan Poisson (waktu antar kedatangan Eksponensial), General, Deterministik
Disiplin antrian	FCFS, LCFS, SIRO, GD
Pola pelayanan	Tingkat pelayanan Poisson (waktu pelayanan Eksponensial), General, Deterministik
Keluar	Langsung kembali ke populasi

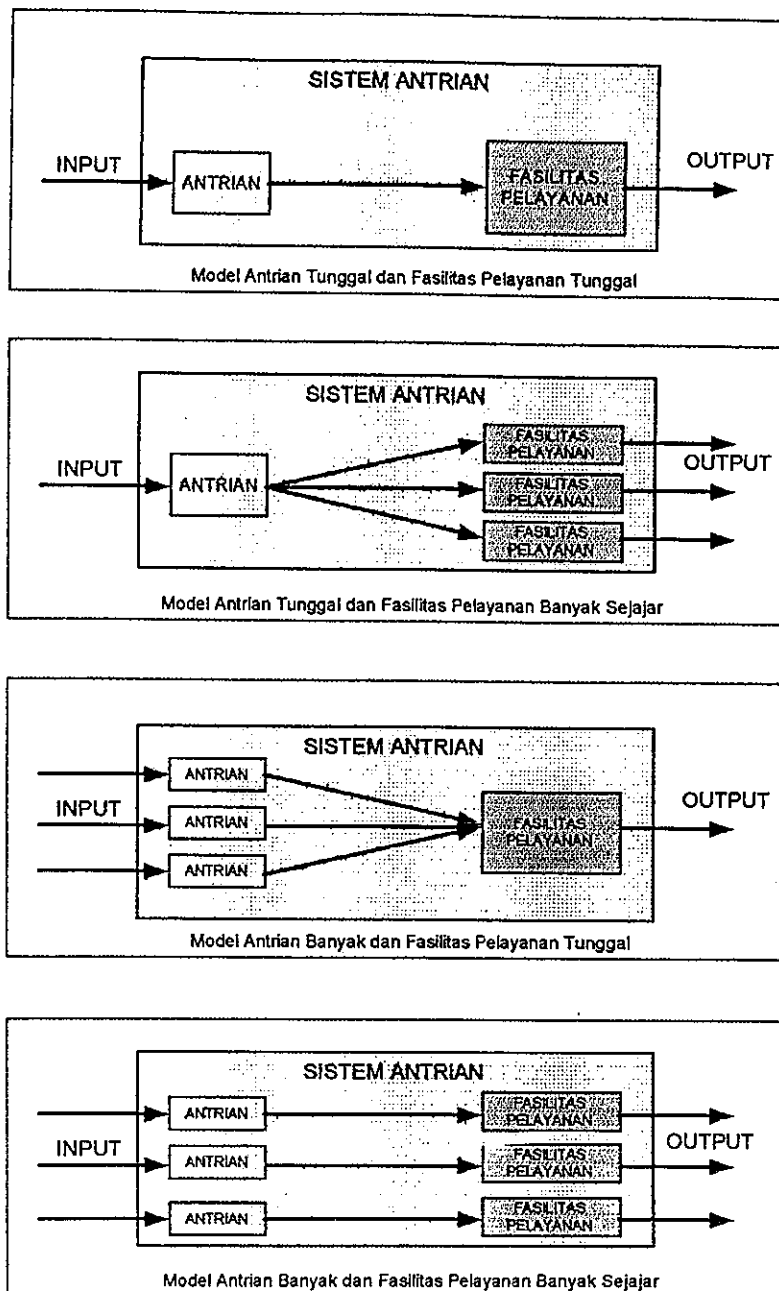
Pelayanan yang diberikan oleh mekanisme pelayanan yang dilakukan secara bergantian didalam suatu antrian mempunyai karakteristik yang penting yaitu :

1. Proses kedatangan meliputi aspek :
 - a. Jumlah kedatangan per satuan waktu
 - b. Jumlah antrian yang diijinkan
 - c. Jumlah pelanggan yang membutuhkan pelayanan dalam sistem
2. Proses Pelayanan meliputi :
 - a. Waktu untuk melayani setiap pengunjung
 - b. Fasilitas pelayanan
 - c. Susunan fasilitas pelayanan
3. Disiplin antara antrian meliputi :
 - a. FIFO (*First In - First Out*)
 - b. FIFS (*First In – First Serve*)
 - c. LIFO (*Last In – First Out*)
 - d. SIRO (*Service In – Random Order*)
 - e. PS (*Priority Service*)

Sedangkan jenis informasi antrian dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Antrian Tunggal, Pelayanan Tunggal
2. Antrian Tunggal, Pelayanan Banyak
3. Antrian Banyak, Pelayanan Tunggal
4. Antrian Banyak, Pelayanan Banyak

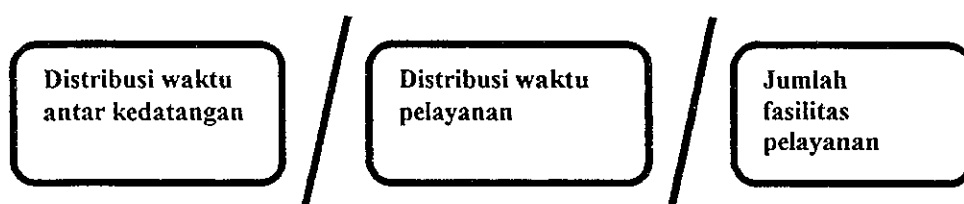
Keempat bentuk dari antrian dan bentuk pelayanan yang dikemukakan diatas dapat dilihat secara jelas dalam Gambar 2.6 dibawah ini :



Gambar 2.6. Macam - macam model antrian

Sedangkan asumsi dasar pendekatan terhadap unit-unit yang memerlukan pelayanan adalah mengikuti distribusi Poisson. Dimana kasus pada sistim antrian dapat dianggap bersifat random dengan tingkat laju rata-rata tertentu.

Bentuk umum model antrian dapat dilihat pada Gambar 2.7 dibawah ini :



Gambar 2.7 Bentuk umum model antrian

Model antrian yang dipakai, penentuannya tergantung pada pola distribusi kedatangan, pola distribusi pelayanan dan struktur dasar dari fasilitas pelayanan.

Sesuai dengan apa yang telah disebutkan sebelumnya, bahwa ada empat macam struktur dasar dari fasilitas pelayanan, yaitu :

- a. *Single channel single phase* (antrian tunggal dan fasilitas pelayanan tunggal)
- b. *Multy channel single phase* (antrian banyak dan fasilitas pelayanan tunggal)
- c. *Single channel multy phase* (antrian tunggal dan fasilitas pelayanan banyak dalam posisi seri ataupun sejajar)
- d. *Multy channel multy phase* (antrian banyak dan fasilitas pelayanan banyak)

2.12.1. Model Antrian (M/M/1) : (FCFS/ ∞/∞)

Ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk model ini adalah sebagai berikut :

1. Distribusi kedatangan mengikuti distribusi Poisson (M)
2. Distribusi waktu pelayanan mengikuti distribusi Eksponensial (M)
3. Terdapat C fasilitas pelayanan, dimana $C = 1$
4. Disiplin pelayanan adalah FCFS, yaitu yang pertama datang yang pertama dilayani lebih dahulu
5. Sumber masukan dan ukuran antrian tidak terbatas. (∞)

Formulasi untuk menghitung kemungkinan tidak ada langganan atau konsumen dalam sistim model (M/M/1): (FCFS/ ∞/∞) adalah sebagai berikut :

$$P_0 = (1 - \rho)$$

Sedangkan untuk menghitung kemungkinan terdapat n individu dalam suatu antrian adalah sebagai berikut :

$$P_n = \rho^n (1 - \rho)$$

Sedangkan untuk menghitung waktu tunggu rata-rata dalam antrian digunakan formula sebagai berikut :

$$W_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

Untuk menghitung jumlah rata-rata langganan atau satuan dalam sistem (antrian dan fasilitas pelayanan), digunakan formula sebagai berikut :

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

Untuk menghitung waktu tunggu rata-rata dalam sistem (waktu dari saat mulai mengantri sampai selesai dilayani oleh fasilitas pelayanan), maka digunakan formula sebagai berikut :

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda} \text{ untuk model ini, maka } \rho = \lambda / \mu$$

2.12.2. Model Antrian (M/M/C) : (FCFS/ ∞/∞)

Ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk model ini sama dengan model antrian (M/M/1):(FCFS/ ∞/∞) , Sedangkan Formulasi untuk menghitung kemungkinan tidak ada langganan atau konsumen dalam sistim model (M/M/C):(FCFS/ ∞/∞) adalah sebagai berikut :

$$P_0 = \frac{1}{\left(\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n}{n!} + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^c}{C! \left(\frac{1-\lambda}{\mu c} \right)} \right)}$$

Sedangkan untuk menghitung kemungkinan terdapat n individu dalam sistem antrian adalah sebagai berikut:

$$P_n = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n}{n!} P_0, \quad \text{untuk } n = 1, 2, \dots, c$$

$$P_n = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n}{c! c^{n-c}} P_0, \quad \text{untuk } n = c, c+1, \dots$$

Untuk menghitung jumlah rata-rata langganan atau satuan dalam sistem (antrian dan fasilitas pelayanan), digunakan formula sebagai berikut :

$$L_q = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^c \lambda}{\mu (c! \left[1 - \left(\frac{\lambda}{\mu c} \right) \right])} P_0$$

Sedangkan untuk menghitung waktu tunggu rata-rata dalam antrian digunakan formula sebagai berikut :

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

Untuk menghitung jumlah rata-rata langganan atau satuan dalam sistem (antrian dan fasilitas pelayanan), digunakan formula sebagai berikut :

$$L = Lq + \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)$$

Untuk menghitung waktu tunggu rata-rata dalam sistem (waktu dari saat mulai mengantri sampai selesai dilayani oleh fasilitas pelayanan), maka digunakan formula sebagai berikut :

$$W = Wq + \left(\frac{1}{\mu} \right) \text{ untuk model ini, maka } \rho = \lambda / c\mu$$

Untuk kedua model diatas, berlaku definisi-definisi sebagai berikut :

λ = Tingkat kedatangan rata-rata per satuan waktu

μ = Tingkat pelayanan rata-rata fasilitas pelayanan

$1/\lambda$ = Rata-rata waktu antar kedatangan

$1/\mu$ = Rata-rata waktu pelayanan

ρ = Faktor utilisasi ($0 < \rho < 1$)

P_0 = Kemungkinan tidak ada pelanggan dalam sistem

P_n = Kemungkinan ada n pelanggan dalam sistem antrian

L = Jumlah konsumen dalam sistem antrian yang diharapkan (dalam antrian + dalam pelayanan)

Lq = Panjang antrian yang diharapkan

W = waktu menunggu dalam sistem yang diharapkan

Wq = Waktu menunggu dalam antrian yang diharapkan

2.13. UJI DISTRIBUSI

Dalam menentukan model antrian analitis yang akan digunakan, terlebih dahulu harus diketahui pola distribusi kedatangan pelanggan dan tingkat pelayanan fasilitas pelayanan.

Untuk menguji pola distribusi kedatangan maupun tingkat pelayanan dilakukan dengan *Chi-Square Goodness of Fit Test (Chi-Square Test)* (Walpole, 1986). Adapun langkah-langkah pengujian pola distribusi dengan metode *Chi-Square Test* ini adalah sebagai berikut :

1. Diasumsikan bahwa data sampel sesuai dengan distribusi statistik tertentu.
2. Distribusi data sampel dibagi menjadi beberapa kelas interval yang sama.
3. Dihitung nilai frekuensi pengamatan (o_i) dan nilai frekuensi teoritis (e_i) berdasarkan distribusi hipotesis yang telah diasumsikan.

4. Hitung nilai statistik *Chi-Square* (X^2) dengan persamaan berikut :

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - e_i)^2}{e_i} \text{ dan derajat kebebasan } v = k - 1 - n$$

Keterangan :

o_i = nilai frekuensi pengamatan untuk kelas ke - i

e_i = nilai frekuensi teoritis untuk kelas ke - i

k = jumlah kelas interval dengan $e_i \geq 5$

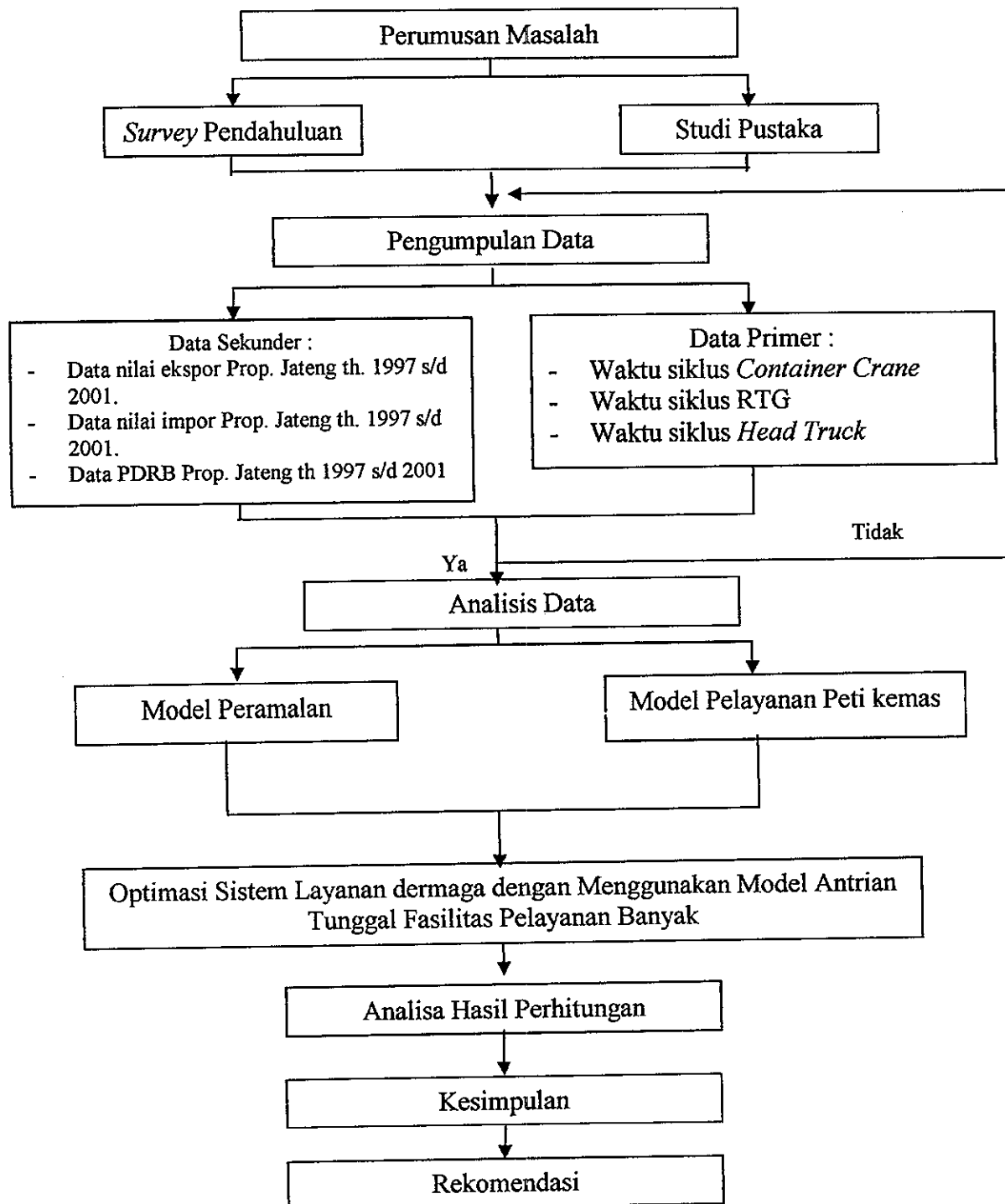
n = jumlah parameter distribusi hipotesis

Selanjutnya dicari nilai statistik teoritis $X^2_{\alpha, v}$ berdasarkan tabel Distribusi *Chi-Square* berdasarkan angka signifikan α dan derajat kebebasan v . Jika nilai statistik *Chi-Square* hitung $X^2 < X^2_{\alpha, v}$, maka hipotesis bahwa data sampel berdistribusi yang diasumsikan diterima. Sebaliknya jika $X^2 > X^2_{\alpha, v}$, maka hipotesis bahwa data sampel berdistribusi yang diasumsikan ditolak.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah penelitian secara sistematis dapat dilihat pada diagram alir dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.1. PERUMUSAN MASALAH

Sebagai langkah awal dari penelitian ini adalah merumuskan permasalahan dan menetapkan tujuan atau sasaran yang akan dicapai dari penelitian ini yang telah disebutkan sebelumnya. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya maka dalam penelitian ini permasalahan yang ada adalah Terjadinya pertumbuhan angkutan container yang cukup tinggi, didukung oleh potensi wilayah pendukung / *hinterland* dalam menyumbangkan hasil produksinya khususnya untuk komoditas ekspor.

3.2. SURVEI PENDAHULUAN

Survei awal dilakukan untuk mengetahui secara langsung kondisi atau gambaran sebenarnya di lapangan dan mengetahui permasalahan yang sebenarnya terjadi.

3.3. STUDY PUSTAKA

Study pustaka bertujuan untuk mendapatkan suatu landasan konseptual dari penelitian sehingga dapat membantu dalam penyelesaian masalah.

3.4. PENGUMPULAN DATA

Dalam melakukan penelitian untuk mengoptimalkan kinerja bongkar muat di Dermaga Tanjung Emas, peneliti memerlukan beberapa data yang terdiri dari data primer dan data sekunder.

Data Primer terdiri dari :

1. Waktu Siklus *Container Crane*
2. Waktu Siklus RTG
3. Waktu Siklus *Head Truck*

Cara pengambilan data primer menggunakan *form* seperti dapat dilihat pada tabel lampiran

Data Sekunder terdiri dari :

1. Arus Bongkar Muat Peti Kemas Th. 1999 s/d 2001
2. Data kedatangan kapal dan bongkar muat Peti Kemas

3.5. MODEL PERMINTAAN

Model permintaan digunakan untuk mengetahui volume arus barang yang akan di layani oleh Dermaga Tanjung Emas Semarang pada tahun 2003 – 2010 dengan menggunakan metode peramalan (*forecasting*).

3.6. MODEL PELAYANAN DERMAGA

Berdasarkan data waktu layanan bongkar muat dilakukan pemodelan matematis dengan menggunakan distribusi statistik. Fungsi pemodelan ini adalah untuk mendapatkan pola layanan (*service pattern*) yang akan digunakan dalam model antrian. Adapun distribusi statistik yang digunakan adalah distribusi *exponential* / normal.

3.7. PENGEMBANGAN MODEL BIAYA SISTEM BONGKAR MUAT DI DERMAGA

Pada tahap ini akan dibuat model matematis yang menggambarkan besar biaya yang dikeluarkan oleh sebuah sistem bongkar muat di Dermaga Tanjung Emas. Model biaya ini digunakan sebagai *objective function* dalam studi optimasi. Berdasarkan data yang didapatkan di Dermaga Tanjung Emas, maka biaya yang terjadi dalam sistem bongkar muat adalah sebagai berikut :

$$TC(c) = c.C_1 + C_2 L$$

Keterangan :

TC = biaya yang terjadi dalam sistem bongkar muat

C_1 = biaya pelayanan per satuan waktu per fasilitas pelayanan

C_2 = biaya menunggu per satuan waktu tiap pelanggan

c = jumlah fasilitas pelayanan

L = jumlah rata-rata pelanggan yang menunggu dalam sistem antrian

3.8. OPTIMASI SISTEM LAYANAN DERMAGA

Dengan didatkannya beberapa model distribusi yang tervalidasi melalui pengujian statistik, maka pada tahap ini akan dilakukan optimasi sistem layanan dermaga dengan menggunakan model antrian tunggal pelayanan banyak : (M/M/C : FCFS/ ∞/∞). Adapun model-model tersebut, dalam proses optimasi akan digunakan sebagai berikut :

1. Model distribusi layanan dermaga : Pola layanan (*Servicepattern*)
2. Model matematis biaya : Fungsi tujuan (*Objective function*)

3.9. ANALISA HASIL OPTIMASI

Hasil optimasi diatas akan dilakukan analisa ekonomis dan teknis yang akan dijadikan rekomendasi dalam pelaksanaan pelayanan sistem bongkar muat di Dermaga Tanjung Emas.

BAB IV

ANALISIS DATA

4.1. PENGUMPULAN DATA PRIMER

Pengumpulan data primer untuk studi ini dilakukan di Terminal Peti Kemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, selama 14 hari. Survei dilakukan dengan cara *Time Motion* terhadap pergerakan *Container Crane* (CC), RTG dan *Head Truck*. Lokasi survey berada pada lokasi terminal peti kemas. Adapun kegiatan yang diamati dalam penelitian ini, meliputi:

a. Kedatangan Kapal

Data kedatangan kapal disini adalah kunjungan/kedatangan harian kapal peti kemas di pelabuhan samudera yang merupakan gerbang atau pintu masuk ke pelabuhan Semarang. Data peti kemas yang diperoleh dari pengamatan harian selama 2 (dua) minggu di lapangan tertera pada lampiran B. Data ini digunakan untuk uji distribusi kapal peti kemas di pelabuhan samudera, pelabuhan Tanjung Emas Semarang.

b. Kedatangan Barang

Data kedatangan barang disini adalah kedatangan harian peti kemas yang akan bongkar maupun yang akan muat, yang melewati/masuk penumpukan. Kedatangan barang yang akan dibongkar adalah banyaknya barang yang akan dibongkar dari kapal yang sudah merapat di dermaga samudera per harinya. Sedang kedatangan barang yang akan dimuat adalah banyaknya barang yang akan dimuat di pintu masuk pelabuhan dari darat per harinya. Jadi kedatangan barang ini mulai berlangsung di pintu masuk pelabuhan dari darat yang merupakan titik kedatangannya. Barang yang akan dimuat ke kapal peti kemas di dermaga samudera dimana sebelum dimuat, disimpan di penumpukan. Data-data ini diperoleh melalui dokumen harian tahun 2003 dalam 2(dua) minggu. Kedatangan barang peti kemas diperoleh dari pengambilan sampel selama 2(dua) minggu di lapangan seperti terlihat pada lampiran B. Sedang sampel aktivitas pelayanan pada peralatan bongkar muat terlihat pada lampiran B. Data ini berfungsi untuk menguji distribusi kedatangan barang peti kemas.

c. Waktu Pelayanan Dermaga (Lama Tambat)

Yang dimaksud dengan waktu pelayanan dermaga disini adalah lamanya waktu sejak kapal bertambat di dermaga sampai meninggalkan dermaga. Dari data ini dapat

diketahui rata-rata waktu pelayanannya. Data untuk peti kemas, waktu pelayanan dermaga disajikan pada lampiran B.

d. Data Waktu Pelayanan Bongkar dan Muat Barang

Data waktu pelayanan bongkar dan muat barang disini adalah data lamanya waktu pelayanan bongkar muat peti kemas dengan menggunakan *Container Crane*, *Head Truck*, dan *Rubber Tired Gantry* dari apron ke lapangan penumpukan atau sebaliknya. Data ini berfungsi untuk mengetahui waktu rata-rata pelayanan bongkar muat, dan disajikan pada lampiran B.

1. Container Crane (CC)

Container Crane di TPK Tanjung Emas Semarang sebanyak 4 unit dengan kapasitas angkut rata-rata sebesar 40 ton. Data yang di perlukan untuk analisis adalah waktu siklus (*one around trip*), yaitu waktu angkat sampai waktu letak dan waktu angkat berikutnya. Jumlah sample yang digunakan untuk mendapatkan rata-rata waktu layanan *container crane* kita ambil sebesar 60 sampel.

2. Rubber Tired Gantry (RTG)

Rubber Tired Gantry (RTG) di TPK Tanjung Emas Semarang tersedia sebanyak 8 unit dengan kapasitas angkut rata-rata sebesar 40 ton dalam kondisi baik, Data yang diperlukan untuk analisis adalah waktu siklus (*one around trip*), yaitu waktu angkat sampai waktu letak dan waktu angkat berikutnya. Jumlah sampel yang digunakan untuk mendapatkan rata-rata waktu layanan *container crane* kita ambil sebesar 60 sampel.

3. Head Truck

Head Truck di TPK Tanjung Emas Semarang tersedia sebanyak 24 unit (Tabel 4.1) dengan kapasitas angkut rata-rata sebesar 40 ton dalam kondisi baik, Data yang di perlukan untuk analisis adalah waktu siklus (*one around trip*), yaitu waktu angkat sampai waktu letak dan waktu angkat berikutnya. Jumlah sampel yang digunakan untuk mendapatkan rata-rata waktu layanan *container crane* diambil sebesar 60 sampel.

Tabel 4.1.
Merek dan Kapasitas *Head Truck*

No.	Merek	Unit	Kapasitas (Ton)
1.	Izusu	3	40
2.	Hino	3	36
3.	Nissan	2	40
4.	Ottawa	10	40
5.	Volvo	8	40

Sumber : UPTK Tanjung Emas

4.2. Hasil Pengolahan Data

4.2.1. Peramalan Arus Barang

Perkembangan arus ekspor dan impor barang dipengaruhi oleh kondisi sosial ekonomi daerah asal, daerah tujuan dan pelayanan transportasi yang menghubungkan daerah asal dan tujuan. Variabel yang umum digunakan sebagai indikator kondisi ekonomi daerah dalam memperkirakan arus barang dari suatu daerah ke daerah yang lain adalah PDRB dan jumlah maupun struktur penduduk. Dalam kaitannya dengan peramalan arus ekspor dan impor barang melalui Pelabuhan Tanjung Emas, maka lingkup daerah yang dimaksud adalah daerah layanan Pelabuhan Tanjung Emas . Mengingat pulau Jawa terdapat tiga pelabuhan penting, yaitu Pelabuhan Tanjung Priok, Pelabuhan Tanjung Emas dan Pelabuhan Tanjung Perak yang secara kebetulan berada pada 3 propinsi yang berbeda secara geografis mewakili atau berfungsi sebagai outlet dar ropinsi Jawa Barat dan DKI Jakarta, Jawa Tengah dan Jawa Timur. Maka sesuai dengan asumsi tersebut di atas dan berdasarkan pertimbangan praktis, maka untuk keperluan studi ini daerah layanan pelabuhan Tanjung Emas ditetapkan sebatas pada wilayah propinsi Jawa Tengah. Walaupun dalam kenyataannya daerah layanan dari ketiga pelabuhan tersebut di atas tidak terbatas pada atau mengikuti batas-batas administrasi seperti yang disebutkan di atas..

Dalam penelitian ini peramalan arus barang yang ada di pelabuhan tanjung Emas didapat dengan menggunakan pendekatan analisa regresi linier, dimana PDRB dipilih sebagai variabel bebas dan besar arus barang sebagai *dependent variable*-nya. Data PDRB dari tahun 1997 – 2001 dapat dilihat pada tabel 4.2. Untuk mendapatkan nilai PDRB pada tahun 2003 dilakukan dengan menggunakan analisa regresi linier, dimana tahun sebagai varibel bebas dan PDRB sebagai *dependent variable*-nya.

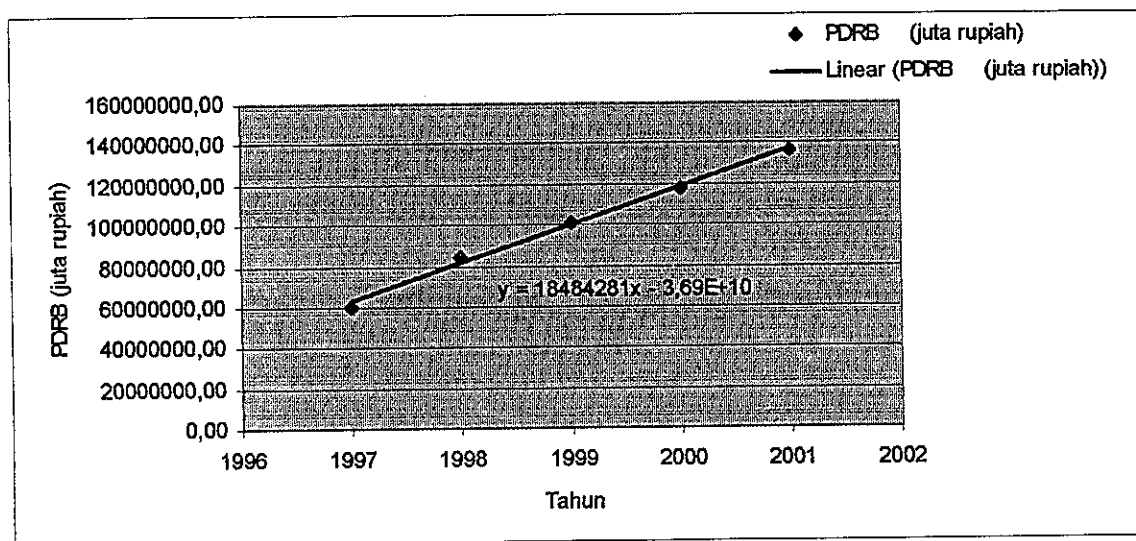
Tabel 4.2. Data PDRB Propinsi Jawa Tengah Tahun 1997-2001
(Dalam Juta Rupiah)

Tahun	PDRB (juta rupiah)
1997	60296426,87
1998	84610222,51
1999	101509193,76
2000	117782925,19
2001	136131480,16

Sumber : Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Tengah

Dengan menggunakan bantuan *Software SPSS Ver. 11.5* didapat Gambar 4.1. dan persamaan hasil analisa regresi untuk nilai PDRB sebagai berikut :

Gambar 4.1. Hasil Analisa Regresi untuk Nilai PDRB



$$Y = 18484281X - 3.69E + 10$$

Keterangan,

Y = PDRB

X = Tahun

Dengan nilai $R^2 = 0.994$ dan nilai signifikan model (Significant F) = 0.000

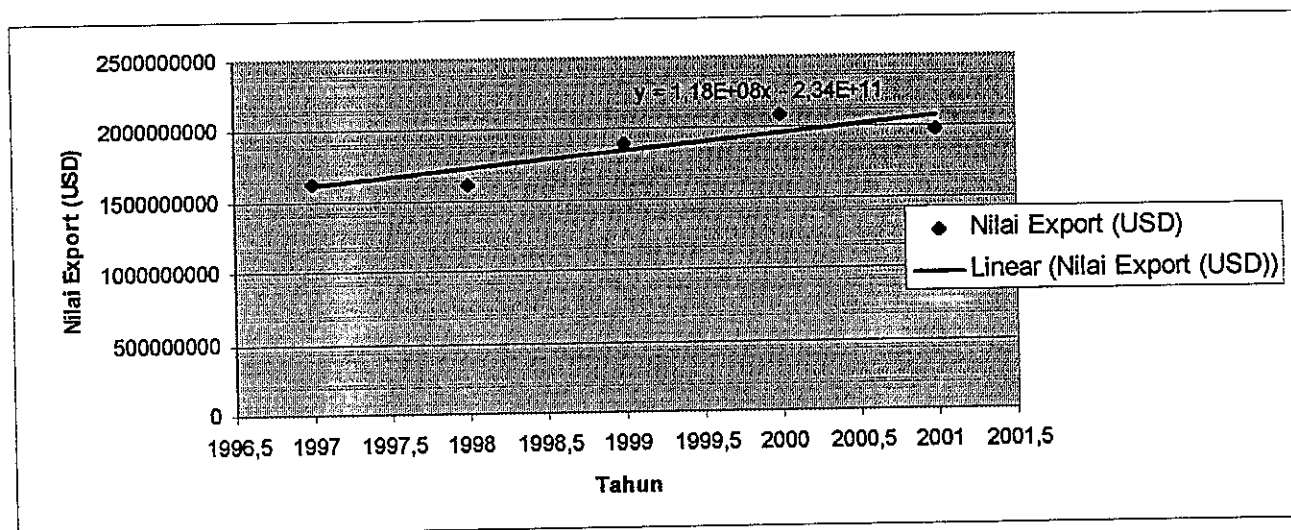
Tabel 4.3. Data Nilai Ekspor Propinsi Jawa Tengah Tahun 1997-2001
(Dalam USD)

Tahun	Nilai Ekspor (USD)
1997	1624364172
1998	1613146464
1999	1890685050
2000	2096864199
2001	1972541795

Sumber : Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Tengah

Dengan menggunakan bantuan *Software SPSS Ver. 11.5* didapat Gambar 4.2. dan persamaan hasil analisa regresi untuk nilai PDRB sebagai berikut :

Gambar 4.2. Hasil Analisa Regresi untuk Nilai Ekspor



$$Y = 1.18E + 08X - 2.34E + 11$$

Keterangan,

Y = Nilai Ekspor

X = Tahun

Dengan nilai $R^2 = 0.757$ dan nilai signifikan model (Significant F) = 0.028

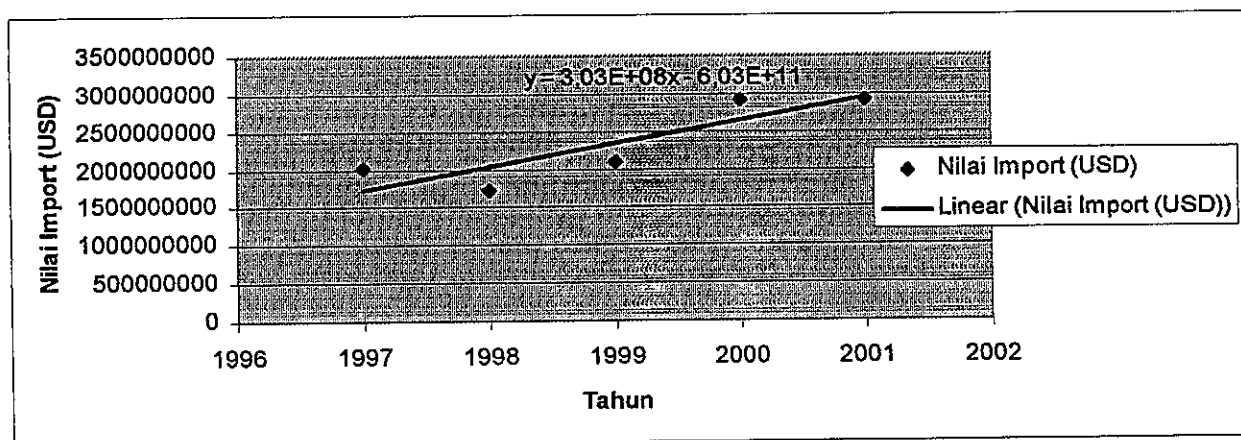
Tabel 4.4. Data Nilai Impor Propinsi Jawa Tengah Tahun 1997-2001
(Dalam USD)

Tahun	Nilai Import (USD)
1997	2014379705
1998	1714988299
1999	2093224573
2000	2921742066
2001	2925102864

Sumber : Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Tengah

Dengan menggunakan bantuan *Software SPSS Ver. 11.5* didapat Gambar 4.4. dan persamaan hasil analisa regresi untuk nilai PDRB sebagai berikut :

Gambar 4.3. Hasil Analisa Regresi untuk Nilai Impor



$$Y = 3.03E + 08X - 6.03E + 11$$

Keterangan,

Y = Nilai Impor

X = Tahun

Dengan nilai $R^2 = 0.741$ dan nilai signifikan model (Significant F) = 0.031

Kemudian dari data arus barang, PDRB, nilai ekspor dan nilai impor pada tabel 4.5. dengan bantuan Software SPSS Ver. 11.5 didapat persamaan regresi sebagai berikut:

**Tabel 4.5. Data PDRB, Nilai Ekspor, Nilai Impor
Jawa Tengah dan Arus Barang (Peti Kemas)
Tahun 1997 - 2001**

Tahun	PDRB (juta rupiah)	Nilai Import (USD)	Nilai Ekspor (USD)	Arus Barang (box)
1997	60296426,87	2014379705	1624364172	105152
1998	84610222,51	1714988299	1613146464	135260
1999	101509193,76	2093224573	1890685050	154864
2000	117782925,19	2921742066	2096864199	164397
2001	136131480,16	2925102864	1972541795	165448

Sumber : Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Tengah

$$Y = 0.001X_1 - (2.861E - 05)X_2 + (7.846E - 05)X_3 - 10553.941$$

Keterangan,

Y = Arus Barang pada PDRB

X₁ = PDRB

X₂ = Nilai Impor

X₃ = Nilai Ekspor

Dengan nilai $R^2 = 0.993$

Untuk kebutuhan studi perlu diakomodasikan keseluruhan kondisi yang ada, dengan melakukan 3 asumsi permintaan berkaitan dengan pola distribusi volume tersebut, yaitu :

1. Distribusi merata :

Pada kondisi ini, volume bongkar muat petikemas terdistribusi dalam satu minggu penuh (7hari) tanpa terjadi kekosongan, Dari distribusi tersebut diketahui bahwa volume muatan harian rata-rata sebesar 48,04 % atau 50 % dari nilai volume puncak.

2. Distribusi puncak :

Untuk mengantisipasi kegiatan bongkar muat pada hari-hari ada muatan (5 hari) maka volume bongkar muat harian peti kemas diperhitungkan 67,26 % atau sekitar 70 % dari volume puncak..

3. Distribusi tengah :

Pola distribusi ini merupakan nilai tengah antara distribusi merata dan distribusi puncak. Volume harian diperhitungkan 56,05 % atau 60 % dari volume puncak yang dibagi merata dalam waktu 6 hari.

Untuk hasil perhitungan volume permintaan tiap-tiap kondisi dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6.

Peramalan Permintaan Bongkar Muat Petikemas

Tahun 2003 – 2010

Tahun	Estimasi Volume B/M
2003	234155
2004	257571
2005	283328
2006	311660
2007	342826
2008	377109
2009	414820
2010	456302

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel. 4.7.

Ramalan Laju Kedatangan *Container* Tahun 2002 - 2010

Tahun	Merata	Tengah	Puncak
2003	642	750	901
2004	706	826	991
2005	776	908	1090
2006	854	999	1199
2007	939	1099	1319
2008	1033	1209	1450
2009	1136	1330	1595
2010	1250	1463	1755

Sumber: Hasil Perhitungan

4.3. Uji Distribusi

Setelah diambil sampel untuk kebutuhan data yang akan digunakan untuk analisis dengan menggunakan teori antrian, maka data-data sample tersebut akan dilakukan pengujian distribusi. Pengujian ini ditujukan untuk mengetahui karakteristik distribusi dari tiap-tiap objek yang dianalisis, dalam hal ini objek-objek tersebut adalah sebagai berikut :

- Distribusi laju kedatangan barang
- Distribusi layanan fasilitas *container crane*
- Distribusi layanan fasilitas *head truck*
- Distribusi layanan fasilitas *rubber tyred gantry*

Adapun metode pengujian yang digunakan adalah metode *Chi-Square*, yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

4.3.1. Uji Distribusi Laju Kedatangan Barang (*Container*)

Dalam pengujian distribusi ini, hipotesa awal menyatakan bahwa laju kedatangan container mempunyai distribusi *poisson*. Berdasarkan hipotesa awal tersebut kemudian kita lakukan pengujian statistik. Adapun proses pengujian statistik ini akan dibantu dengan *software* aplikasi analisis statistik yaitu : *Statistica Ver. 6 for Windows*

Dari hasil *running software* tersebut didapat tabel perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.8.

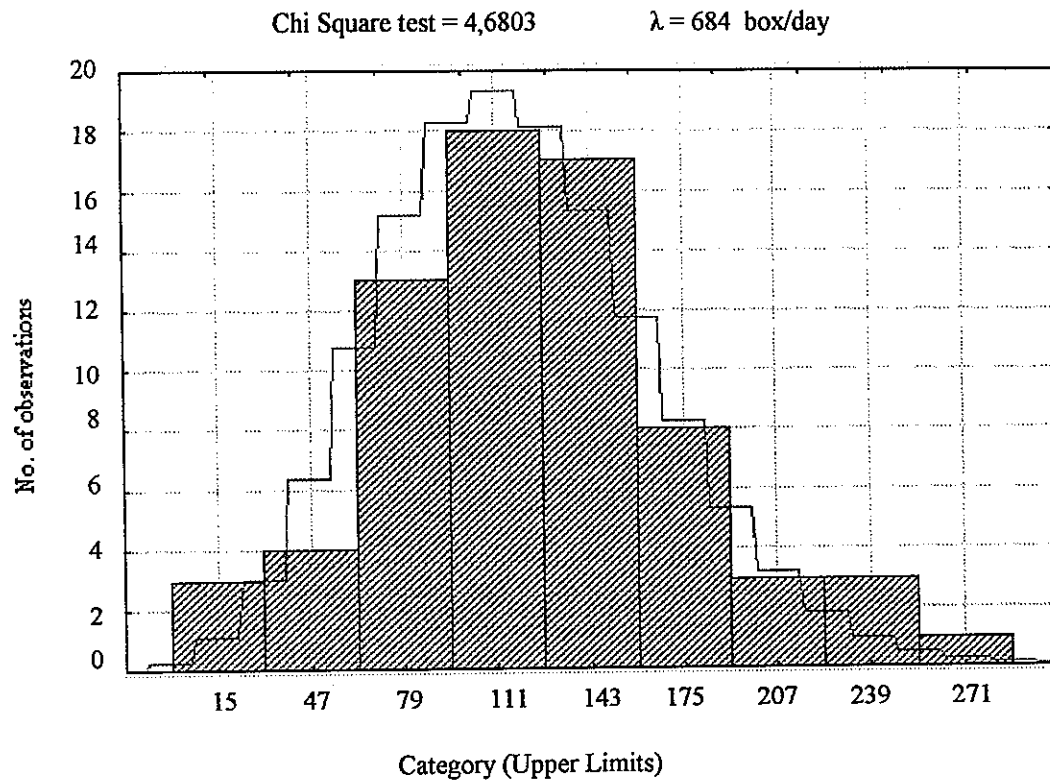
Uji Distribusi Laju Kedatangan *Container*

X	Oi	Proporsi	Frekuensi Teoritis	Proporsi Teoritis	Chi-Square
0 - 31	3	0,0429	2,6178	0,0322	0,0558
32 - 63	4	0,0571	3,2570	0,0527	0,1695
64 - 95	13	0,1857	13,0497	0,1967	0,0002
96 - 127	18	0,2571	18,0457	0,2636	0,0001
128 - 159	17	0,2429	16,9328	0,2419	0,0003
160 - 191	8	0,1143	7,9836	0,1337	0,0000
192 - 223	3	0,0429	2,6178	0,0322	0,0558
224 - 255	3	0,0429	2,6178	0,0322	0,0558
256 - 287	1	0,0143	0,1618	0,0143	4,3428
	70			χ^2	4,6803

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel. 4.8. diperoleh $X^2_{\text{Hitung}} = 4.6803$ dengan $\alpha = 0.05$ dan derajat kebebasan $v = (6-1) - 1 = 4$ dari tabel nilai kritis *Chi-Square* diperoleh $X^2_{0,05,4} = 9.49$, maka dapat disimpulkan bahwa tingkat kedatangan *container* per hari berdistribusi *poisson* dengan $\lambda = 684 \text{ Box / hari}$, karena $X^2_{\text{Hitung}} < X^2_{0,05,4}$. Grafik uji distribusi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Gambar 4.4.
Grafik Uji Distribusi Kedatangan Container



4.3.2. Uji Distribusi Tingkat Layanan Container Crane

Dalam pengujian distribusi ini, hipotesa awal menyatakan bahwa tingkat layanan *container crane* mempunyai distribusi *exponential*, oleh karena itu dilakukan pengujian statistik dengan menggunakan *software* aplikasi *Statistica Ver. 6*.

Dari hasil *running software* tersebut didapat tabel perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.9.
Uji Distribusi Tingkat Layanan Container Crane

Upper Boundary	Variable: OC, Distribution: Exponential (Spreadsheet) Chi-Square = 4,95374, df= 3 (adjusted) , p = 0,17522								
	Observed Frequency	Cumulative Observed	Percent Observed	Cumul. % Observed	Expected Frequency	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumul. % Expected	Observed-Expected
≤ 141,66667	15	15	25,00000	25,0000	14,85303	14,85303	41,25841	24,7550	0,14697
283,33333	11	26	18,33333	43,3333	11,17615	26,02918	31,04487	43,3820	-0,17615
425,00000	11	37	18,33333	61,6667	8,40049	34,43867	23,35970	57,3978	2,59051
566,66667	10	47	16,66667	78,3333	6,32772	40,76639	17,57700	67,9440	3,67228
708,33333	7	54	11,66667	90,0000	4,76129	45,52768	13,22580	76,8795	2,23871
< Infinity	6	60	10,00000	100,0000	14,47232	60,00000	40,20089	100,0000	-8,47232

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel. 4.9. diperoleh $X^2_{\text{Hitung}} = 4.953$ dengan $\alpha = 0.05$ dan derajat kebebasan $v = (6-1) - 1 = 4$ dari tabel nilai kritis *Chi-Square* diperoleh $X^2_{0,05,4} = 9.49$, maka dapat disimpulkan bahwa tingkat layanan *container crane* per hari berdistribusi *exponential* dengan $\mu = 368.5525$

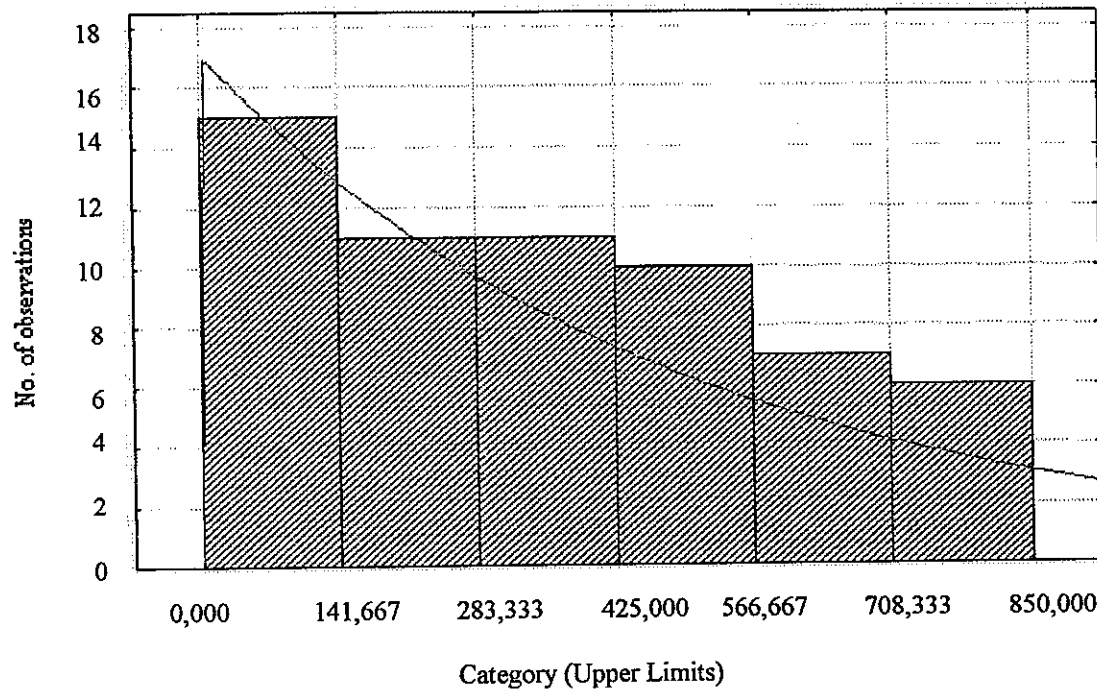
Box / hari, karena $X^2_{\text{Hitung}} < X^2_{0,05,4}$. Sehingga tingkat layanan *container crane* per hari berdistribusi *Exponential*. Grafik uji distribusi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Gambar 4.5.

Grafik Uji Distribusi Tingkat Layanan *Container Crane*

Chi Square test = 4,95374

$\mu = 368$ box/day



4.3.3. Uji Distribusi Tingkat Layanan *Head Truck*

Dalam pengujian distribusi ini, hipotesa awal menyatakan bahwa tingkat layanan *Head Truck* mempunyai distribusi *exponential*, oleh karena itu dilakukan pengujian statistik dengan menggunakan *software aplikasi Statistica Ver. 6*.

Dari hasil *running software* tersebut didapat tabel perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.10.

Uji Distribusi Tingkat Layanan *Head Truck*

Variable: HT, Distribution: Exponential (Data Waktu Layanan.sta)									
Chi-Square = 3,11529, df = 3 (adjusted), p = 0,37419									
Upper Boundary	Observed Frequency	Cumulative Observed	Percent Observed	Cumul. % Observed	Expected Frequency	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumul. % Expected	Observed-Expected
<= 26,66667	16	16	26,66667	26,6667	21,50788	21,50788	59,74410	35,8465	-5,50788
53,33333	17	33	28,33333	55,0000	13,79808	35,30594	38,32796	58,8432	3,20194
80,00000	11	44	18,33333	73,3333	8,85195	44,15789	24,58874	73,5965	2,14805
106,66667	7	51	11,66667	85,0000	5,67884	49,83672	15,77465	89,0812	1,32116
133,33333	7	58	11,66667	96,6667	3,84317	53,47990	10,11993	99,1332	3,35683
< Infinity	2	60	3,33333	100,0000	6,52010	60,00000	18,11139	100,0000	-4,52010

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel. 4.10. diperoleh $X^2_{\text{Hitung}} = 3.11529$ dengan $\alpha = 0.05$ dan derajat kebebasan $v = (6-1) - 1 = 4$ dari tabel nilai kritis *Chi-Square* diperoleh $X^2_{0,05,4} = 9.49$, maka dapat disimpulkan bahwa tingkat layanan *Head Truck* per hari berdistribusi *exponential* dengan

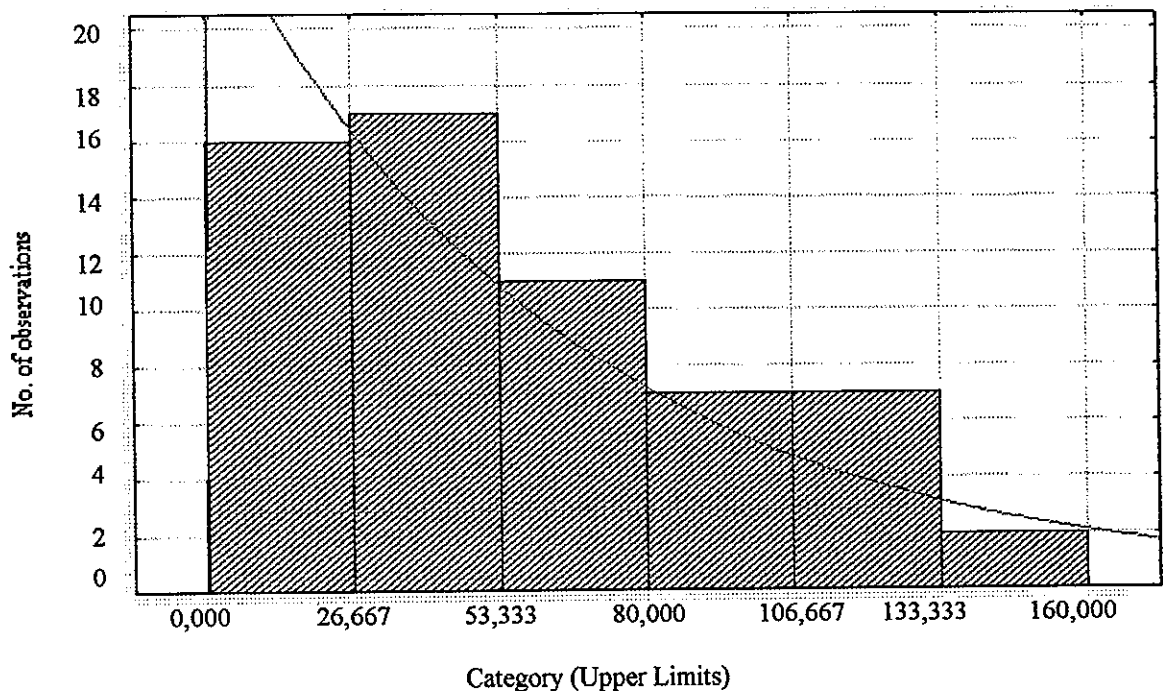
$\mu = 57,946 \text{ Box / hari}$, karena $X^2_{\text{Hitung}} < X^2_{0,05,4}$. Grafik uji distribusi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Gambar 4.6.

Grafik Uji Distribusi Tingkat Layanan *Head Truck*

Chi Square test = 3,11529

$\mu = 57,946 \text{ box/day}$



4.3.4. Uji Distribusi Tingkat Layanan *Rubber Tired Gantry*

Dalam pengujian distribusi ini, hipotesa awal menyatakan bahwa tingkat layanan *Rubber Tired Gantry* mempunyai distribusi *exponential*, oleh karena itu dilakukan pengujian statistik dengan menggunakan *software aplikasi Statistica Ver. 6*.

Dari hasil *running software* tersebut didapat tabel perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.11.

Uji Distribusi Tingkat Layanan *Rubber Tired Gantry*

Upper Boundary	Variable: RTG, Distribution: Exponential (Spreadsheet)								
	Observed Frequency	Cumulative Observed	Percent Observed	Cumul. % Observed	Expected Frequency	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumul. % Expected	Observed-Expected
<= 150,00000	19	19	31,66667	31,66667	16,35215	16,35215	45,42263	27,25368	2,6479
300,00000	15	34	25,00000	56,66667	11,89560	28,24775	33,04334	47,07966	3,1044
450,00000	11	45	18,33333	75,00000	8,65362	36,90138	24,03785	61,5023	2,3464
600,00000	5	50	8,33333	83,3333	6,29520	43,19658	17,48667	71,9943	-1,2952
750,00000	8	58	13,33333	96,6667	4,57953	47,77611	12,72093	79,6269	3,4205
< Infinity	2	60	3,33333	100,0000	12,22389	60,00000	33,85524	100,0000	-10,2239

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 4.11. diperoleh $X^2_{\text{Hitung}} = 4.89619$ dengan $\alpha = 0.05$ dan derajat kebebasan $v = (6-1) - 1 = 4$ dari tabel nilai kritis *Chi-Square* diperoleh $X^2_{0,05,4} = 9.49$, maka dapat disimpulkan bahwa tingkat layanan *Rubber Tired Gantry* per hari berdistribusi *exponential* dengan

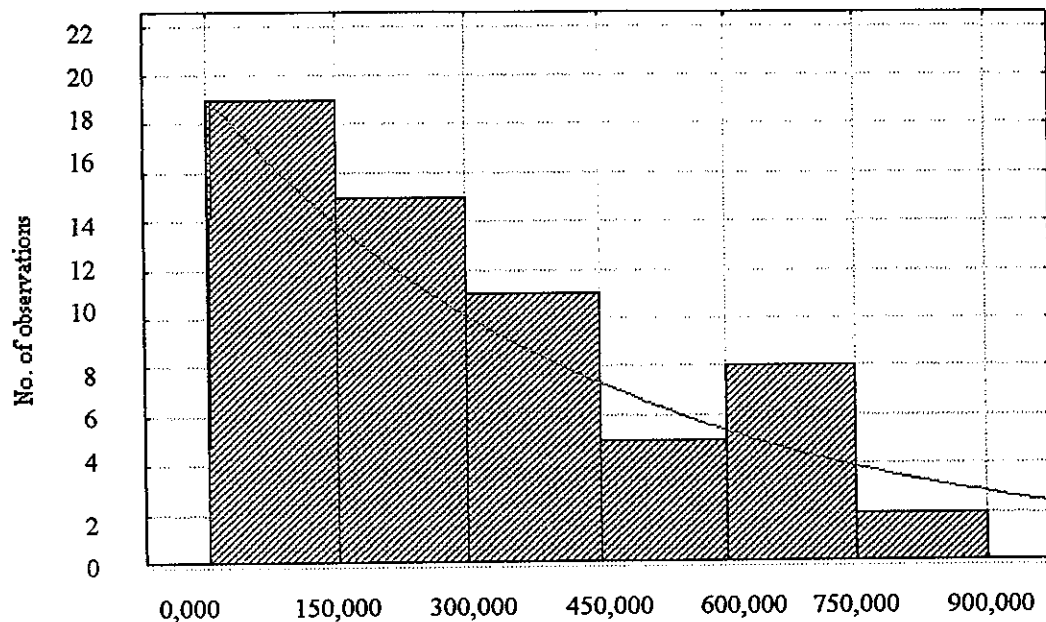
$\mu = 133,775 \text{ Box / hari}$, karena $X^2_{\text{Hitung}} < X^2_{0,05,4}$. Grafik uji distribusi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Gambar 4.7.

Grafik Uji Distribusi Tingkat Layanan *Rubber Tyred Gantry*

Chi Square test =
4.80610

$\mu = 133,775 \text{ box/day}$



4.4. Perhitungan Biaya Tunggu di Pelabuhan (Upper Limits)

4.4.1. Biaya Tunggu Barang

Biaya tunggu barang di pelabuhan didekati dengan biaya barang, yaitu biaya modal yang tertanam dalam barang tersebut:

$$BM = (NB * I) / 365$$

Keterangan;

BM = biaya tunggu *container*

NB = nilai barang

I = tingkat suku bunga

Nilai barang peti kemas didekati oleh nilai rata-rata barang ekspor dan impor di pelabuhan Tanjung Emas tahun 2002. Dengan menggunakan data tabel 4.12. tampak nilai barang ekspor dan impor pada tahun 2002 sebesar 1123563,828 (ribu US\$) untuk nilai ekspor dan 817678,1 (ribu US\$) untuk nilai impor.

Tabel 4.12.
Data arus ekspor import Tahun 1998 – 2002
Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang

No	Tahun	Jumlah Ekspor	Nilai Ekspor	Jumlah Impor	Nilai Impor
		(ton/m3)	(ribu US\$)	(ton/m3)	(ribu US\$)
1	1998	875887	656922,7501	1122779	742084,3
2	1999	962747	722068,4939	1117876	738843,7
3	2000	1025121	768849,528	1382477	913727,8
4	2001	1393663	1045259,184	1270480	839705,1
5	2002	1498068	1123563,828	1237153	817678,1

Dengan menggunakan kurs sebesar Rp. 8500,- per 1 US \$, dan tingkat suku bunga 15%/tahun, maka didapat nilai barang peti kemas sebagai berikut:

a. Nilai barang ekspor = $(1123563828 * 8500) / 1498068 = \text{Rp. } 6375072,7841923$

b. Nilai barang impor = $(817678100 * 8500) / 1237153 = \text{Rp. } 5617949,85923321$

Dari data di pelabuhan rata-rata perbandingan barang yang dibongkar dan dimuat untuk peti kemas adalah 0,56 dan 0,44, maka nilai rata-rata barang yang dibongkar dan muat yang masuk gudang adalah: $(0,56 * \text{Rp. } 5617949,86) + (0,44 * \text{Rp. } 6375072,78) = \text{Rp. } 5949746,10/\text{ton}$

Jadi biaya modal yang tertanam di dalam barang sebagai biaya tunggu *container* adalah sebagai berikut:

$$\text{BM} = (\text{Rp. } 5949746,10 * 15 \%) / 365 = \text{Rp. } 2445,10 / \text{ton/hari}$$

4.4.2. Biaya Tunggu *Container*

Biaya tunggu barang di pelabuhan didekati dengan biaya barang, yaitu biaya modal yang tertanam dalam barang tersebut:

$$\text{BM} = (\text{NB} * I) / 365$$

Keterangan;

BM = biaya tunggu *container*

NB = nilai *container*

I = tingkat suku bunga

Dengan rata-rata muatan *container* = 17,6621 ton/box, dan nilai barang sebesar Rp. 5949746,10, maka diperoleh nilai *container* (NB) sebesar **Rp. 105084916,37 /box**.

Jadi biaya modal yang tertanam di dalam barang sebagai biaya tunggu *container* adalah sebagai berikut:

$$\text{BM} = (\text{Rp. } 105084916,37 * 15 \%) / 365 = \text{Rp. } 43185,58 / \text{box/hari}$$

4.4.3. Biaya Pelayanan

Biaya pelayanan adalah biaya yang dikeluarkan oleh pengelola pelabuhan dalam hal ini PT Pelabuhan Tanjung Emas Semarang untuk menangani barang/peti kemas selama di pelabuhan. Besarnya biaya pelayanan ini sangat tergantung dari banyaknya fasilitas dan pelayanan yang dipakai untuk pelayanan tersebut, maka dapat dikatakan bahwa biaya pelayanan adalah biaya penyediaan fasilitas dan peralatan untuk penanganan barang di pelabuhan.

Tabel 4.13.

**Data Biaya Operasional Fasilitas Layanan
Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang**

Komponen Biaya	Jenis Alat/Fasilitas		
	<i>Container Crane</i>	<i>Head Truck</i>	<i>RTG</i>
	(Rp)	(Rp)	(Rp)
Penyusutan	2658028481,01	102541666,67	942563291,14
Perawatan	466380654,27	35438400,00	192746200,10
<i>Overhead</i>	17715610,00	1610510,00	12884080,00
Operator	16105100,00	13689335,00	16105100,00
Biaya tetap/tahun	3142124745,28	139590576,67	1148193571,24
Biaya tetap/hari	8608560,95	382439,94	3145735,81

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel dapat dilihat biaya pelayanan untuk masing-masing alat, yaitu: biaya pelayanan *container crane*, biaya pelayanan *head truck*, dan biaya pelayanan *RTG* didapat:

- Biaya pelayanan *container crane* = **Rp. 8608560,95/hari**
- Biaya pelayanan *head truck* = **Rp. 382439,94/hari**
- Biaya pelayanan *RTG* = **Rp. 3145735,81/hari**

4.5. Perhitungan Optimasi Pelayanan Terminal Peti Kemas

Dalam optimasi ini digunakan model antrian analitis dengan pola kedatangan berdistribusi *Poisson* dan pelayanan berdistribusi *eksponensial* dengan sumber tidak terbatas (*infinite*) dan pelayanan tunggal atau ganda. Notasi model antrian analitis yang digunakan adalah (M/M/C) : (FCFS/ ∞/∞) dan (M/M/1) : (FCFS/ ∞/∞)

4.5.1. Optimasi Fasilitas *Container Crane*

Data-data masukan yang diperlukan dalam perhitungan optimasi Fasilitas container Crane, adalah sebagai berikut :

- Untuk $n = 1$, dinyatakan oleh jumlah *container crane* di dermaga.

2. Rata-rata tingkat kedatangan *box* per hari (λ), dengan skenario pesimis, moderat dan optimis berdasarkan data peramalan permintaan pada tahun 2002 – 2010, lihat Tabel 4.7.
3. Tingkat pelayanan *container crane* per *box* setiap hari (μ) dianggap merupakan harga rata-rata konstan. Dari lampiran B diperoleh tingkat pelayanan rata-rata (μ) = 368.5525 *box* / hari untuk sebuah *container crane*.
4. Biaya tunggu sebesar Rp. 43185.582 / *Box* / Hari dan biaya pelayanan, dapat diperoleh dari tabel 4.13. sebesar Rp. 8608560.95 / Hari. Untuk biaya tunggu adalah biaya tunggu barang (biaya tunggu *container*).

Selanjutnya data-data yang akan menjadi masukan dalam perhitungan optimasi fasilitas *container crane* dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14.

**Data Masukan Dalam Perhitungan Optimasi Container Crane
Tahun 2003**

Kondisi	λ (Box / Hari)	μ (Box / Hari)	Biaya Tunggu (Rp. / Box / Hari)	Biaya Pelayanan (Rp. / CC / Hari)
Merata	642	368,5525	43185,582	8608560,95
Tengah	750	368,5525	43185,582	8608560,95
Puncak	901	368,5525	43185,582	8608560,95

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari beberapa inputan yang ada, kemudian dilakukan perhitungan analisis teori antrian dengan bantuan *software QSB* untuk mendapatkan hasil yang optimal. Dari hasil *running software* tersebut, maka didapat hasil optimasi fasilitas *container crane* adalah sebagai berikut :

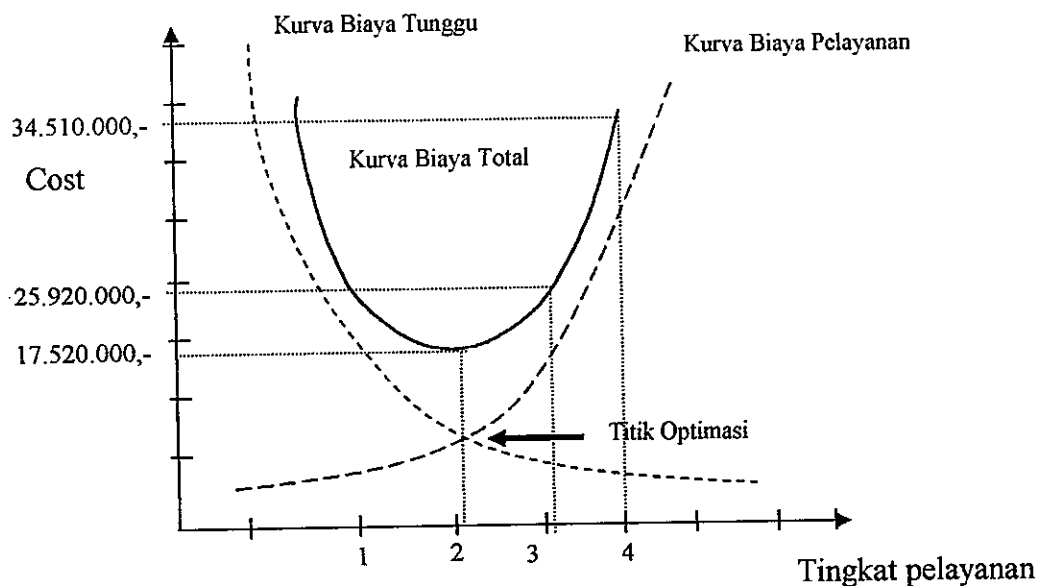
Tabel 4.15.

**Hasil Perhitungan Optimasi Container Crane
Tahun 2003**

Kondisi	Jumlah CC optimal Yang Dibutuhkan (Unit)	Total Biaya Minimum (Rp / Hari)
Merata	2	17,520,000,-
Tengah	3	25,970,000,-
Puncak	3	26,050,000,-

Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar 4.8. Grafik Total Biaya Optimum CC Pada Kondisi Moderat Tengah Tahun 2003



4.5.2. Optimasi Fasilitas *Head Truck*

Data-data masukan yang diperlukan dalam perhitungan optimasi Fasilitas *Head Truck*, adalah sebagai berikut :

1. Untuk $n = 1$, dinyatakan oleh jumlah *Head Truck* di dermaga.
2. Rata-rata tingkat kedatangan *box* per hari (λ), dengan skenario pesimis, moderat dan optimis berdasarkan data peramalan permintaan pada tahun 2002 – 2010, Tabel 4.7.
3. Tingkat pelayanan *Head Truck* per *box* setiap hari (μ) dianggap merupakan harga rata-rata konstan. Dari lampiran B diperoleh tingkat pelayanan rata-rata (μ) = 57,94607 *box* / hari untuk sebuah *Head Truck*.
4. Biaya tunggu sebesar Rp. 43185.582 / *Box* / Hari dan biaya pelayanan, dapat diperoleh dari tabel 4.13. sebesar Rp. 382439.94 / Hari. Untuk biaya tunggu adalah biaya tunggu barang (biaya tunggu *container*).

Selanjutnya data-data yang akan menjadi masukan dalam perhitungan optimasi fasilitas *Head Truck* dapat dilihat pada tabel. 4.16.

Tabel 4.16.

Data Masukan Dalam Perhitungan Optimasi *Head Truck* Tahun 2003

Kondisi	λ (Box / Hari)	μ (Box / Hari)	Biaya Tunggu (Rp. / Box / Hari)	Biaya Pelayanan (Rp. / HT / Hari)
Merata	642	57,94607	43185,582	382439,94
Tengah	750	57,94607	43185,582	382439,94
Puncak	901	57,94607	43185,582	382439,94

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari beberapa inputan yang ada, kemudian dilakukan perhitungan analisis teori antrian dengan bantuan *software QSB* untuk mendapatkan hasil yang optimal. Dari hasil *running software* tersebut, maka didapat hasil optimasi fasilitas *head truck* adalah sebagai berikut :

Tabel 4.17.

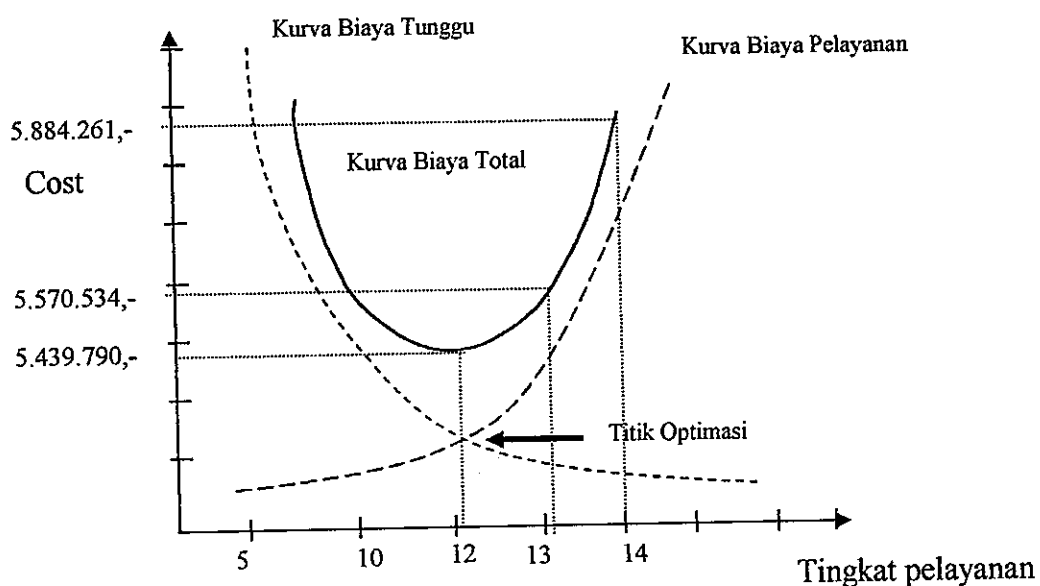
Hasil Perhitungan Optimasi *Head Truck*

Tahun 2003

Kondisi	Jumlah HT optimal Yang Dibutuhkan (Unit)	Total Biaya Minimum (Rp / Hari)
Merata	12	5,439,790,-
Tengah	13	8,902,535,-
Puncak	16	8,052,922,-

Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar 4.9. Grafik Total Biaya Optimum HT Pada Kondisi Moderat Tengah Tahun 2003



4.5.3. Optimasi Fasilitas *Rubber Tired Gantry*

Data-data masukan yang diperlukan dalam perhitungan optimasi Fasilitas *Rubber Tired Gantry*, adalah sebagai berikut :

1. Untuk $n = 1$, dinyatakan oleh jumlah *Rubber Tired Gantry* di dermaga.
2. Rata-rata tingkat kedatangan *box* per hari (λ), dengan skenario pesimis, moderat dan optimis berdasarkan data peramalan permintaan pada tahun 2002 – 2010, Tabel 4.7.
3. Tingkat pelayanan *Rubber Tired Gantry* per *box* setiap hari (μ) dianggap merupakan harga rata-rata konstan. Dari lampiran B diperoleh tingkat pelayanan rata-rata (μ) = 133,775 *box* / hari untuk sebuah *Rubber Tired Gantry*.

4. Biaya tunggu sebesar Rp. 43185.582 / Box / Hari dan biaya pelayanan, dapat diperoleh dari tabel 4.13. sebesar Rp. 3145735.81/ Hari. Untuk biaya tunggu adalah biaya tunggu barang (biaya tunggu *container*).

Selanjutnya data-data yang akan menjadi masukan dalam perhitungan optimasi fasilitas *Rubber Tired Gantry* dapat dilihat pada tabel. 4.18.

Tabel 4.18.

**Data Masukan Dalam Perhitungan Optimasi *Rubber Tired Gantry*
Tahun 2003**

Kondisi	λ (Box / Hari)	μ (Box / Hari)	Biaya Tunggu (Rp. / Box / Hari)	Biaya Pelayanan (Rp. / RTG / Hari)
Merata	642	133,775	43185,582	3145735,81
Tengah	750	133,775	43185,582	3145735,81
Puncak	901	133,775	43185,582	3145735,81

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari beberapa inputan yang ada, kemudian dilakukan perhitungan analisis teori antrian dengan bantuan *software QSB* untuk mendapatkan hasil yang optimal. Dari hasil *running software* tersebut, maka didapat hasil optimasi fasilitas *rubber tired gantry* adalah sebagai berikut :

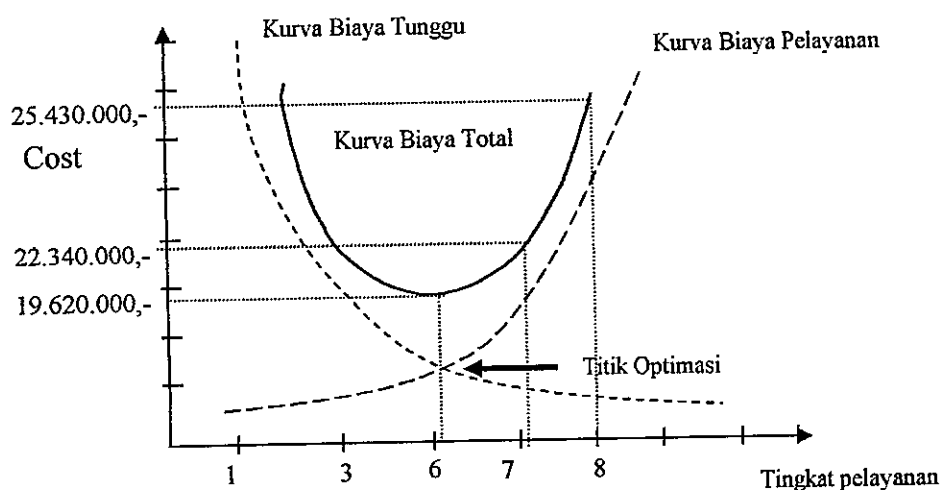
Tabel 4.19.

**Hasil Perhitungan Optimasi *Rubber Tired Gantry*
Tahun 2003**

Kondisi	Jumlah RTG optimal Yang Dibutuhkan (Unit)	Total Biaya Minimum (Rp / Hari)
Merata	5	16,860,000,-
Tengah	6	19,620,000,-
Puncak	7	23,280,000,-

Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar 4.10. Grafik Total Biaya Optimum RTG Pada Kondisi Tengah Tahun 2003



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengumpulan dan analisis data pada bab 4 dalam penelitian ini meliputi data sistem pelayanan barang peti kemas. Adapun fasilitas layanan yang dianalisis pada bab tersebut meliputi : *Container Crane, Head Truck dan Rubber Tired Gantry*. Dan dapat disusun skenario pelayanan peti kemas oleh ketiga fasilitas layanan tersebut sebagai berikut:

**Tabel 5.1. Skenario Pelayanan Oeh Fasilitas Bongkar Muat
di Pelabuhan Tanjung Emas tahun 2003**

No	CC	HT	RTG	Total Biaya Minimum (Rupiah)	Total Waktu Dalam Sistem (Jam)	Total Waktu Dalam Antrian (Jam)
1	2	12	5	39819790 ¹	1,988083	1,329384
2	2	12	6	42579790	1,561651	0,902952
3	2	12	7	46239790	1,784971	1,126248
4	2	13	5	43282535	4,174253	3,515544
5	2	13	6	46042535	3,747821	3,089112
6	2	13	7	49702535	3,971141	3,312408
7	2	16	5	42432922	2,444827	1,786128
8	2	16	6	45192922	2,018395	1,359696
9	2	16	7	48852922	2,241715	1,582992
10	3	12	5	48269790	1,814544	1,155864
11	3	12	6	51029790 ²	1,388112 ¹	0,729432 ¹
12	3	12	7	54689790	1,611432	0,952728
13	3	13	5	51732535	4,000714	3,342024
14	3	13	6	54492535	3,574282	2,915592
15	3	13	7	58152535	3,797602	3,138888
16	3	16	5	50882922	2,271288	1,612608
17	3	16	6	53642922	1,844856	1,186176
18	3	16	7	57302922	2,069176	1,409472
19	3	12	5	48349790	1,862184	1,203504
20	3	12	6	51109790	1,363056	0,777072
21	3	12	7	54769790	1,659072	1,000368
22	3	13	5	51812535	4,048354	3,389664
23	3	13	6	54572535	3,621922	2,963232
24	3	13	7	58232535	3,845242	3,186528
25	3	16	5	50962922	2,318928	1,660248
26	3	16	6	53722922	1,892496	1,233816
27	3	16	7	57382922	2,115816 ²	1,457112 ²

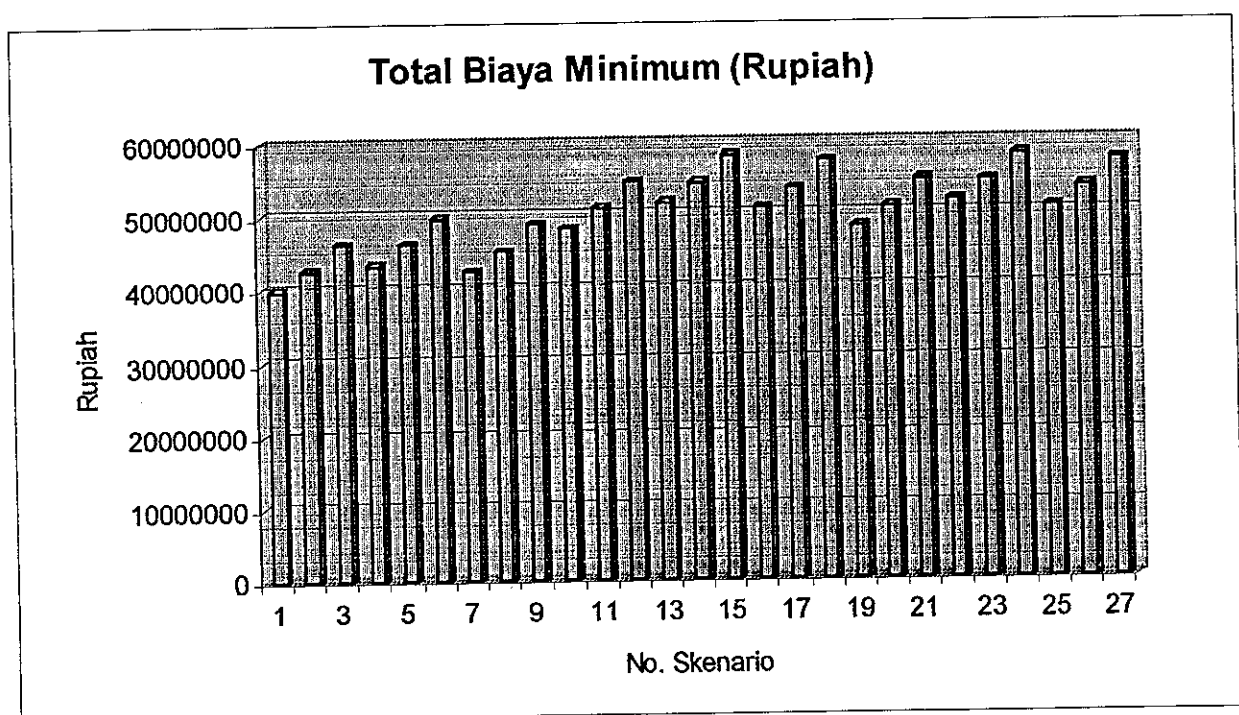
Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan: ¹ = Nilai minimum, ² = Nilai tengah

Dari hasil beberapa scenario pada table 5.1. diatas, selanjutnya dilakukan pemilihan skenario yang paling baik diterapkan pada pelabuhan peti kemas Tanjung Emas Semarang. Pemilihan scenario terbaik didasarkan atas beberapa kriteria sebagai berikut:

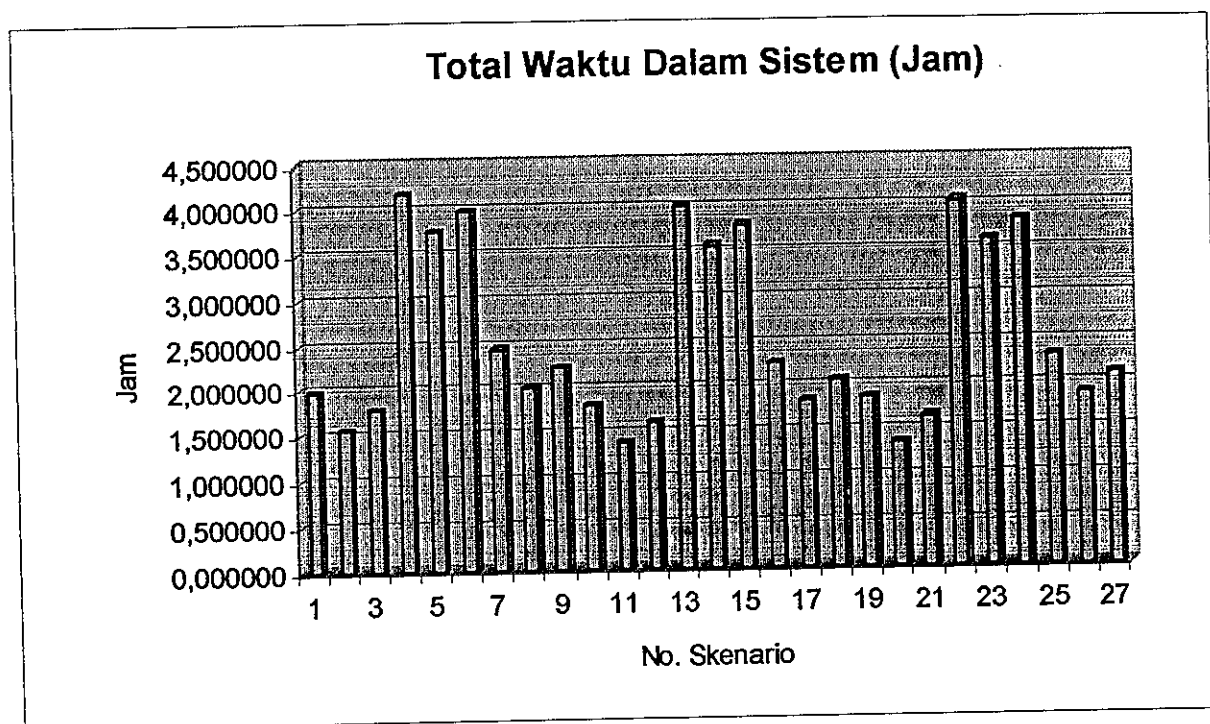
1. Total biaya minimum didapat jika kombinasi fasilitas bongkar muat meliputi: 2(dua) buah *container crane*, 12(dua belas) buah *head truck*, dan 5(lima) buah *rubber tired gantry*.
2. Nilai minimum untuk total waktu dalam sistem didapat jika kombinasi fasilitas bongkar muat meliputi: 3(tiga) buah *container crane*, 12(dua belas) buah *head truck*, dan 6(enam) buah *rubber tired gantry*.
3. Nilai minimum untuk total waktu dalam antrian didapat jika kombinasi fasilitas bongkar muat meliputi: 3(tiga) buah *container crane*, 12(dua belas) buah *head truck*, dan 6(enam) buah *rubber tired gantry*.
4. Nilai tengah total biaya minimum didapat jika kombinasi fasilitas bongkar muat meliputi: 3(tiga) buah *container crane*, 12(dua belas) buah *head truck*, dan 6(enam) buah *rubber tired gantry*.
5. Nilai tengah untuk total waktu dalam sistem didapat jika kombinasi fasilitas bongkar muat meliputi: 3(tiga) buah *container crane*, 16(enam belas) buah *head truck*, dan 7(tujuh) buah *rubber tired gantry*.
6. Nilai tengah untuk total waktu dalam antrian didapat jika kombinasi fasilitas bongkar muat meliputi: 3(tiga) buah *container crane*, 16(enam belas) buah *head truck*, dan 7(tujuh) buah *rubber tired gantry*.

Gambar 5.1. Grafik Total Biaya Minimum



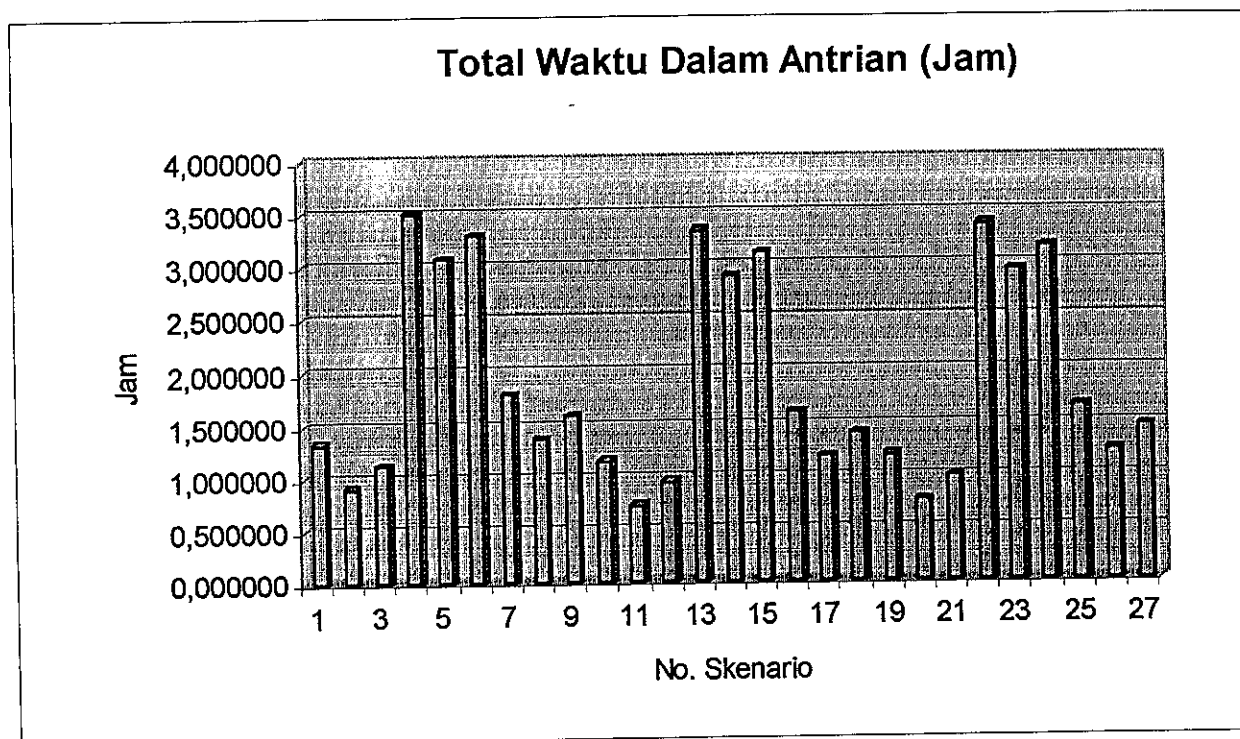
Dari Gambar 5.1 terlihat bahwa nilai total biaya minimum sebesar Rp.39.819.790,- ditunjukkan pada skenario nomor 1, yaitu dengan jumlah *Container Crane* sebanyak 2 unit, *Head Truck* 12 unit dan *Rubber Tired Gantry* sebanyak 5 unit.

Gambar 5.2. Total Waktu dalam Sistem



Dari Gambar 5.2 terlihat bahwa nilai minimum total waktu pelayanan kontainer dalam sistem sebesar 0,729432 jam per container ditunjukkan pada skenario nomor 20, yaitu dengan jumlah *Container Crane* sebanyak 3 unit, *Head Truck* 12 unit dan *Rubber Tired Gantry* sebanyak 6 unit.

Gambar 5.3. Total Waktu dalam Antrian



Dari Gambar 5.3 terlihat bahwa nilai minimum total waktu pelayanan kontainer dalam antrian sebesar 1,363 jam per container ditunjukkan pada skenario nomor 20, yaitu dengan jumlah *Container Crane* sebanyak 3 unit, *Head Truck* 12 unit dan *Rubber Tired Gantry* sebanyak 6 unit.

Untuk melihat kebutuhan akan penambahan tiap-tiap fasilitas bongkar muat pelabuhan peti kemas Tanjung Emas Semarang maka dari hasil *Running Program* Antrian dengan menggunakan software QSB diperoleh :

1. Penambahan *Container Crane* dapat dilakukan pada tahun 2006 untuk kondisi distribusi puncak yaitu sebanyak 1 unit container crane yaitu dari 3 unit menjadi 4 unit dengan total biaya minimum sebesar Rp. 34.690.000,-. Sedangkan untuk kondisi distribusi merata penambahan dapat dilakukan pada tahun 2009 dengan total biaya minimum sebesar Rp. 34.640.000,-.
2. Penambahan *Head Truck* dapat dilakukan pada tahun 2004 untuk kondisi distribusi puncak yaitu sebanyak 3 unit *Head Truck* yaitu dari 16 unit menjadi 19 unit dengan total biaya minimum sebesar Rp. 8.223.128,-. Sedangkan untuk kondisi distribusi merata penambahan dapat dilakukan pada tahun 2007 dengan total biaya minimum sebesar Rp. 7.806.377,-.
3. Penambahan *Rubber Tired Gantry* dapat dilakukan pada tahun 2004 untuk kondisi distribusi puncak yaitu sebanyak 3 unit container crane yaitu dari 7 unit menjadi 10 unit dengan total biaya minimum sebesar Rp. 31.810.000,-. Sedangkan untuk kondisi distribusi merata

penambahan dapat dilakukan pada tahun 2007 dengan total biaya minimum sebesar Rp. 25.660.000,-.

Berdasarkan dari analisa dan pembahasan tersebut di atas tampak bahwa Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, telah memiliki fasilitas yang cukup memadai dalam memberikan jasa layanan bongkar muat terhadap permintaan arus barang. Untuk lebih meningkatkan kinerja dari pelayanan jasa bongkar muat tersebut Pelabuhan Tanjung Emas Semarang perlu didukung oleh sistem manajemen perencanaan dan pengembangan yang baik.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa di dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal antara lain:

1. Skenario kombinasi untuk tiap-tiap fasilitas bongkar muat di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang menunjukkan bahwa :
 - a. Total biaya minimum didapat jika kombinasi fasilitas bongkar muat meliputi: 2(dua) buah *Container Crane*, 12(dua belas) buah *Head Truck*, dan 5(lima) buah *Rubber Tired Gantry* dengan biaya minimum sebesar Rp. 39.819.790,-
 - b. Nilai minimum untuk total waktu dalam sistem didapat jika kombinasi fasilitas bongkar muat meliputi: 3(tiga) buah *container crane*, 12(dua belas) buah *head truck*, dan 6(enam) buah *rubber tired gantry* dengan waktu total layanan sebesar 0,729432 jam per container
 - c. Nilai minimum untuk total waktu dalam antrian didapat jika kombinasi fasilitas bongkar muat meliputi: 3(tiga) buah *Container Crane*, 12(dua belas) buah *Head Truck*, dan 6(enam) buah *Rubber Tired Gantry* dengan total waktu antrian sebesar 1,363 jam per container
2. Penambahan fasilitas *Container Crane* dapat dilakukan pada tahun 2006 jika kondisi distribusi puncak, atau pada tahun 2009 jika kondisi distribusi merata dengan penambahan *Container Crane* sebesar 1 unit.
3. Penambahan fasilitas *Head Truck* dapat dilakukan pada tahun 2004 jika kondisi distribusi puncak, atau pada tahun 2007 jika kondisi distribusi merata dengan penambahan *Head Truck* sebesar 3 unit.
4. Penambahan fasilitas *Rubber Tired Gantry* dapat dilakukan pada tahun 2004 jika kondisi distribusi puncak, atau pada tahun 2007 jika kondisi distribusi merata dengan penambahan *Rubber Tired Gantry* sebesar 3 unit.

6.2. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis dapat memberikan beberapa saran, yaitu:

- a) Dengan meningkatnya arus bongkar muat peti kemas di pelabuhan Tanjung Emas dari tahun ke tahun, pihak PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia III cabang Tanjung Emas Semarang perlu mempersiapkan program perencanaan pembangunan fasilitas dan penambahan peralatan yang diperlukan pada tahun-tahun mendatang serta program pendanaannya.
- b) Walaupun pola pemeliharaan yang telah diterapkan saat ini dengan cara menyerahkan kepada pihak ketiga dapat meningkatkan kesiapan operasi alat bongkar muat, namun pihak pelabuhan harus tetap mengadakan pengawasan yang intensif agar untuk jangka panjang peralatan tetap dalam kondisi baik.
- c) Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini, tampak bahwa mulai tahun 2004, PT Pelabuhan Indonesia III Cabang Tanjung Emas Semarang, harus menambah kekurangan fasilitasnya terutama untuk *Head Truck* dan *Rubber Tired Gantry*

DAFTAR PUSTAKA

1. Adolf D. May, 1990, "*Traffic Flow Fundamentals*", Prentice Hall, New Jersey.
2. Alfredo H-S, Ang Wilson H. Tang, Binsar Hariandja, M.Eng, 1987, "*Konsep-Konsep Probabilitas dalam Perencanaan dan Perancangan Rekayasa Prinsip-Prinsip Dasar*", Erlangga, Jakarta.
3. Assauri, Sofjan, 1984, "*Teknik dan Peramalan*", LPFE UI, Jakarta.
4. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Propinsi Jawa Tengah, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang, 2000, "*Laporan Studi Pengembangan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang*", Semarang.
5. Ciptomulyo, 2000, *Pengembangan Model Optimasi Keputusan Multikriteria – MCDM (Multicriteria Decision Making) untuk Evaluasi dan Pemilihan Proyek*, Laporan Penelitian-Proyek DUELIKE-ITS.
6. Damodar Gujarati, Sumarno Zain, Drs. AK, MBA, 1988, "*Ekonometrik Dasar*", Erlangga, Jakarta.
7. Falkanger, 1981, "*Sea Transport Cost*", Workshop on Corporation Among Ship Owner in Indonesia.
8. Hamdy A. Thaha, 1982, "*Operation Research an Introduction*", Mac Millan Publishing Co.Inc.
9. Japan International Cooperation Agency (JICA), 2000, "*Port Development Handbook*", Departemen Perhubungan, Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, Direktorat Pelabuhan dan Pengerukan, Jakarta.
10. Japan Port Consultant, Ltd in Association With PT. Wiratman & Associates, 1999, "*Implementation Program For Urgent Development Plan of Semarang Phase III*", Semarang.
11. John D. Edwards. Jr, 1992, "*Tranportation Planning Handbook*", Prentice Hall, New Jersey.
12. International Association of Ports and Harbors (IAPH), 2001, *IAPH Guidelines for Port Planning and Design*, Tokyo.
13. Kerjasama BAPPEDA Propinsi Jawa Tengah-Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Tengah, 2002, *Jawa Tengah Dalam Angka 2002*, Kantor Statistik Propinsi Jawa Tengah, Semarang.
14. Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat (LPKM) – ITB, 1997, "*Pemodelan Sistem Transportasi*", KBK Rekayasa Transportasi Jurusan Teknik Sipil ITB, Bandung.
15. Marlok, E.K, 1984, "*Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*", Erlangga, Jakarta.
16. PT (Persero) Pelabuhan Indonesia III Cabang Tanjung Emas Semarang-Program Magister Manajemen Universitas Diponegoro Semarang, 1999, *Laporan Studi Potensi Hinterland Pelabuhan Tanjung Emas Semarang*, Semarang.

17. Subhash C. Sayena Prof, 1989, "*Traffic Planning and Design*", Dhanpat Rai & Son, Delhi.
18. Sudjana, MA, MSc, Prof, Dr, 1986, "*Metode Statistik*", Tarsito, Bandung.
19. Sukanto Persohadi Prodjo, DR, MKom, Pradono, Rds, 1988, "*Ekonomi Sumber Daya Alam dan Energi*", BPFE, Yogyakarta.
20. Salim, Abbas A, Drs., 1993 "*Manajemen Transportasi*", Raja Grafindo Perkasa, Jakarta.
21. Salim, Abbas A, Drs., 1994, "*Manajemen Pelabuhan*", Raja Grafindo Perkasa, Jakarta.
22. Soemarsono, 1997 "*Optimasi Fasilitas Pelayanan General Cargo dan Sistem Pelayanan Peti Kemas Dengan Simulasi Komputer di pelabuhan Tanjung Emas Semarang*", Tesis S2Transportasi, ITB.
23. Walpole, Ronald E, 1986, "*Probability and Statistics for Engineer dan Scientists*", Terjemahan DR. R.K. Sembiring, Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan, ITB.
24. William W. Hines & Douglas C. Montgomery, 1990, "*Probabilita dan Statistika dalam Ilmu Rekayasa dan Manajemen*", UI-Press, Jakarta.